



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Uso de electromicronano para la reducción de materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca-Oyón-2017**

## **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL**

### **AUTORA:**

Jeniffer Maria Espinoza Fernandez

### **ASESOR:**

Dr. Ing. Jhonny Wilfredo Valverde Flores

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

**LIMA-PERÚ**

**2017- II**

## **Página del Jurado**

---

Dr. BENITES ALFARO ELMER  
Presidente

---

Mgtr. HAYDEE SUAREZ ALVITES  
Secretario

---

Dr. JHONNY WILFREDO VALVERDE FLORES  
Vocal

### **Dedicatoria**

A Dios, por darme la vida, salud y por estar conmigo en cada paso que doy. Por darme la fortaleza para continuar y por haber puesto en mí camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante el periodo de estudio. A mis padres por ser el pilar de mi formación por su cariño comprensión y su incondicional apoyo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

## **Agradecimiento**

Ante todo, un agradecimiento especial a la Municipalidad Provincial de Oyón por brindarme su total apoyo para desarrollar mi proyecto de investigación en las instalaciones de la Planta de Tratamiento Tatahuaca.

A mis padres Gregorio Espinoza y Antonia Fernandez; por apoyarme incondicionalmente, por los valores que me han inculcado y promover la unión familiar.

A mis hermanos, Yolanda, Clenin, Jhonatan y Andrea por ser parte de mi vida por su apoyo y grandes momentos que hemos compartido.

A mi asesor de tesis Dr. Ing Jhonny Valverde Flores porque se da el tiempo de apoyarnos y asesorarnos para poder proceder correctamente con la investigación Indicada.

A la Comunidad campesina de Oyón, por el apoyo económico para finalizar mi carrera universitaria.

Finalmente quiero agradecer a todas las personas que colaboraron durante mi periodo de investigación por todo lo que he aprendido de ellos, tanto profesionalmente, como adquirir valores los cuales hacen que crezca como persona.



### **Declaratoria de autenticidad**

Yo, Jeniffer Maria Espinoza Fernandez con DNI 76361504, acepto cumplir con las disposiciones vigentes considerados en el Reglamento de Grados y Títulos a la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda documentación es veraz y autentica.

Asimismo, declaro bajo juramento todos los datos e información que se presenta en la presente tesis es auténtica y veraz.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de la documentación e información aportada por el cual me someto a lo dispuesto a las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima .11 de diciembre del 2017

---

Jeniffer Maria Espinoza Fernandez  
DNI 76361504

## **Presentación**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presenté ante ustedes la tesis titulada “Uso de Electromicronano para la reducción de materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca-Oyón-2017”. De esta manera me someto ante su consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener mi título Profesional de Ingeniera Ambiental.

La autora

Jeniffer Maria Espinoza Fernandez

## INDICE

<b>Página del Jurado.....</b>	<b>i</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>iii</b>
<b>Declaratoria de autenticidad .....</b>	<b>iv</b>
<b>Presentación.....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XIV</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	2
1.2. TRABAJOS PREVIOS:.....	3
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	7
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	18
1.6. OBJETIVOS.....	19
1.7. HIPÓTESIS .....	20
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>20</b>
2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	20
2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN .....	21
2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO .....	24
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD .....	24
2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS .....	39
2.6. ASPECTOS ÉTICOS .....	39
<b>III RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>95</b>
<b>V. CONCLUSION .....</b>	<b>96</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>97</b>

<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>102</b>
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	102
ANEXO 2. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	103
ANEXO 2.1. REGISTRO DE COLECTA DE MUESTRA.....	103
ANEXO 3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS.....	107
ANEXO 4: PARÁMETROS .....	110
ANEXO 5: LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE PARA LOS EFLUENTES DE PTAR.....	111
ANEXO 6. CÁLCULOS MATEMÁTICOS DEL DISEÑO DEL EQUIPO ELECTROMICRONANO .....	112
ANEXO 7. DIAGRAMA DE TRATAMIENTO CON ELECTROMICRONANO.....	113

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables .....	22
<b>Tabla 2.</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	25
<b>Tabla 3.</b> Registro de colecta de muestra .....	30
<b>Tabla 4.</b> Valores de los parámetros fisicoquímicos de la muestra inicial. ....	40
<b>Tabla 5.</b> Resultados de reducción usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón. ....	41
<b>Tabla 6.</b> Resultados de reducción usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca. .....	46
<b>Tabla 7.</b> Eficiencia de tratamiento con Electromicronano usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón. ....	52
<b>Tabla 8.</b> Eficiencia de tratamiento con Electromicronano los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca. ....	52
<b>Tabla 9.</b> Resultados del diámetro de las micro-nanoburbujas en una gota de muestra generadas con electrodos de Acero Inoxidable – Latón.....	59
<b>Tabla 10.</b> Resultados de la cantidad de microburbujas en una gota de muestra generadas con electrodos de Acero Inoxidable – Alpaca.....	60
<b>Tabla 11.</b> Prueba de normalidad para del DBO5 para el voltaje. ....	65
<b>Tabla 12.</b> Prueba de normalidad para del DBO5 para el tiempo.....	67
<b>Tabla 13.</b> Resumen de proceso de la prueba de normalidad para del DBO5 para Conductividad Eléctrica. ....	70
<b>Tabla 14.</b> Prueba de normalidad para del DBO5 para Conductividad Eléctrica.....	70
<b>Tabla 15.</b> Prueba de normalidad para del DBO5 para la turbidez.....	72
<b>Tabla 16.</b> Resultados de significancia de los parámetros para DBO5 utilizando electrodos de acero inoxidable y de Latón. ....	73
<b>Tabla 17.</b> Prueba de normalidad del DQO para el voltaje.....	73
<b>Tabla 18.</b> Prueba de normalidad del DQO para el tiempo. ....	75
<b>Tabla 19.</b> Prueba de normalidad del DQO para la CE 436,00. ....	76
<b>Tabla 20.</b> Prueba de normalidad del DQO para la turbidez. ....	77

<b>Tabla 21.</b> Resultados de significancia de los parámetros para DQO utilizando electrodos de acero inoxidable y de Latón. ....	78
<b>Tabla 22.</b> Prueba de homogeneidad de varianza utilizando electrodos de acero inoxidable y de Latón. ....	79
<b>Tabla 23.</b> Prueba de ANOVA comparación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales utilizando electrodos de acero inoxidable y de Latón. ....	79
<b>Tabla 24.</b> Prueba de normalidad para del DBO5 para el voltaje. ....	80
<b>Tabla 25.</b> Prueba de normalidad para del DBO5 para el tiempo. ....	81
<b>Tabla 26.</b> Prueba de normalidad para del DBO5 para Conductividad Eléctrica. ....	83
<b>Tabla 27.</b> Prueba de normalidad para del DBO5 para la turbidez. ....	84
<b>Tabla 28.</b> Resultados de significancia de los parámetros para DBO5 residuales utilizando electrodos de acero inoxidable y de Alpaca. ....	85
<b>Tabla 29.</b> Prueba de normalidad del DQO para el voltaje. ....	86
<b>Tabla 30.</b> Prueba de normalidad del DQO para el tiempo. ....	87
<b>Tabla 31.</b> Prueba de normalidad del DQO para la Conductividad Eléctrica. ....	89
<b>Tabla 32.</b> Resumen de procesamiento de normalidad del DQO para la turbidez. ....	89
<b>Tabla 33.</b> Prueba de normalidad del DQO para la turbidez. ....	90
<b>Tabla 34.</b> Resultados de significancia de los parámetros para DQO utilizando electrodos de acero inoxidable y de Alpaca. ....	90
<b>Tabla 35.</b> Prueba de homogeneidad de varianza utilizando electrodos de acero inoxidable y de Alpaca. ....	91
<b>Tabla 36.</b> Prueba de ANOVA comparación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales utilizando electrodos de acero inoxidable y de Alpaca. ....	91
<b>Tabla 37.</b> Prueba t- Student comparación de los tipos de electrodos y la materia orgánica (DBO5, DQO) ....	93
<b>Tabla 38.</b> Prueba de Levene de igualdad de varianzas la significancia de DBO5 y DQO. ....	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Reactor tipo Batch.....	11
<b>Figura 2.</b> Reactor de electrodo cilíndrico rotativo .....	11
<b>Figura 3.</b> Transformador de electronica SP.....	26
<b>Figura 4.</b> Celda electrolítica.....	27
<b>Figura 5.</b> Electrodo de acero inoxidable, alpaca y latón. ....	27
<b>Figura 6.</b> Equipo Electromicronano completo.....	28
<b>Figura 7.</b> Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas “Tatahuaca” - Oyón.....	29
<b>Figura 8.</b> Punto de muestreo inicial. ....	30
<b>Figura 9.</b> Equipo multiparámetro HACH .....	31
<b>Figura 10.</b> Toma de muestra inicial de las aguas residuales de la PTARD “Tatahuaca” con el uso del multiparámetro HACH.....	31
<b>Figura 11.</b> Toma de muestra inicial de demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno. ....	32
<b>Figura 12.</b> Muestras al laboratorio para análisis de DBO <sub>5</sub> y DQO .....	32
<b>Figura 13.</b> Tratamiento con el uso de Electromicronano, usando tipos de electrodos, voltaje y tiempo .....	34
<b>Figura 14.</b> Observación de Micro-nanoburbujas con el uso de microscopio y cámara de microscopio. ....	36
<b>Figura 15.</b> Muestras tratadas para enviar al laboratorio para análisis de DBO <sub>5</sub> y DQO.....	37
<b>Figura 16.</b> Mediciones de conductividad y turbidez .....	37
<b>Figura 17.</b> Mediciones de pH y Temperatura.....	38
<b>Figura 18.</b> Resultados de pH usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón según el voltaje (15V; 20V; 25V).....	41
<b>Figura 19.</b> Resultados de temperatura usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón según el voltaje (15V; 20V; 25V) .....	42
<b>Figura 20.</b> Resultados de conductividad usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón según el voltaje (15V; 20V; 25V) .....	43

<b>Figura 21.</b> Resultados de turbidez usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón según el voltaje (15V; 20V; 25V) .....	43
<b>Figura 22.</b> Resultados de <b>DBO<sub>5</sub></b> usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón según el voltaje (15V; 20V; 25V) .....	44
<b>Figura 23.</b> Resultados de <b>DBO<sub>5</sub></b> los electrodos Acero Inoxidable – Latón según el voltaje (15V; 20V; 25V) .....	45
<b>Figura 24.</b> Resultados de pH usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca según el voltaje (15V; 20V; 25V) .....	46
<b>Figura 25.</b> Resultados de temperatura usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca según el voltaje (15V; 20V; 25V) .....	47
<b>Figura 26.</b> Resultados de conductividad usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca según el voltaje (15V; 20V; 25V) .....	48
<b>Figura 27.</b> Resultados de turbidez usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca según el voltaje (15V; 20V; 25V) .....	49
<b>Figura 28.</b> Resultados de <b>DBO<sub>5</sub></b> usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca según el voltaje (15V; 20V; 25V) .....	50
<b>Figura 29.</b> Resultados de <b>DQO</b> usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca según el voltaje (15V; 20V; 25V) .....	51
<b>Figura 30.</b> Eficiencia de <b>DBO<sub>5</sub></b> usando los electrodos.....	53
<b>Figura 31.</b> Eficiencia de <b>DQO</b> los electrodos.....	54
<b>Figura 32.</b> Resultados de Demanda bioquímica de oxígeno y LMP.....	55
<b>Figura 33</b> Resultados de Demanda química de oxígeno y LMP.....	56
<b>Figura 34.</b> Resultados de Demanda bioquímica de oxígeno y LMP.....	57
<b>Figura 35.</b> Resultados de Demanda bioquímica de oxígeno y LMP .....	58
<b>Figura 36.</b> Cantidad de Micro-nanoburbujas en una gota de muestra generada con electrodos de Acero inoxidable - Latón. ....	61
<b>Figura 37.</b> Cantidad y medida de las micro-nanoburbujas en una gota de muestra generada con electrodos de Acero Inoxidable - Latón. ....	62
<b>Figura 38.</b> Micro-nanoburbujas sin medida en una gota de muestra generada con electrodos de Acero Inoxidable - Alpaca. ....	62



<b>Figura 39.</b> Cantidad de Micro-nanoburbujas en una gota de muestra generada con electrodos de Acero Inoxidable - Alpaca. ....	63
<b>Figura 40.</b> Cantidad y medida de las Micro-nanoburbujas en una gota de muestra generada con electrodos de Acero Inoxidable - Alpaca. ....	64
<b>Figura 41.</b> Micro-nanoburbujas en una gota de muestra generada con electrodos de Acero Inoxidable - Alpaca.....	64
<b>Figura 42.</b> Gráfico de normalidad de DBO5 para el voltaje. ....	66
<b>Figura 43.</b> Diagrama de cajas de normalidad de DBO5 para el voltaje. ....	67
<b>Figura 44.</b> Gráfico de normalidad de DBO5 para el tiempo. ....	68
<b>Figura 45.</b> Gráfico de normalidad de DBO5 para el tiempo.....	69
<b>Figura 46.</b> Gráfico de normalidad de DBO5 para CE 434 y 436 $\mu\text{S}/\text{cm}$ .....	71
<b>Figura 47.</b> Diagrama de cajas de normalidad de DBO5 para el CE 434 y 436 $\mu\text{S}/\text{cm}$ . ....	72
<b>Figura 48.</b> Gráfico de normalidad del DQO para el voltaje .....	74
<b>Figura 49.</b> Gráfico de normalidad del DQO para el tiempo.....	75
<b>Figura 50.</b> Gráfico de normalidad del DQO para la CE 436,00.....	77
<b>Figura 51.</b> Gráfico de normalidad de DBO5 para el voltaje. ....	81
<b>Figura 52.</b> Gráfico de normalidad de DBO5 para el tiempo. ....	82
<b>Figura 53.</b> Gráfico de normalidad de DBO5 para CE 434 y 436 $\mu\text{S}/\text{cm}$ .....	84
<b>Figura 54.</b> Gráfico de normalidad del DQO para el voltaje. ....	87
<b>Figura 55.</b> Gráfico de normalidad del DQO para el tiempo.....	88

## RESUMEN

En el Perú solo el 32 % de las aguas son tratadas, en la provincia de Oyón el vertimiento de las aguas residuales domesticas tratadas inadecuadamente y la disposición sin tratamiento alguno de las aguas residuales domesticas contaminan los cuerpos de agua, la cual ponen en peligro la salud pública y la sostenibilidad de los recursos naturales, por ello se plateo en esta investigación un tratamiento eficaz a nivel laboratorio para reducir la materia orgánica de los efluentes domésticos de la localidad de Oyón 2017. Con el uso de electromicronano (generador de micro-nanoburbujas mediante electrolisis). Se pretende reducir la materia orgánica mediante la medición de la demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno.

La investigación fue experimental, se usó el generador electromicronano con dos tipos de ánodos intercambiables de material de las monedas peruanas una de ellas de la moneda de un nuevo sol llamado alpaca y el otro del centro de la moneda de dos soles llamado latón, también se utilizó un cátodo de acero inoxidable estable para la producción de micro-nanoburbujas. El agua residual domestico usado para el tratamiento en el generador electromicronano fue tomado en el buzón de entrada de la PTARD “Tatahuaca”, Se analizó los parámetros tales como: pH, temperatura , conductividad eléctrica, turbiedad, demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno para determinar el grado de contaminación y fueron tratados con micro-nanoburbujas que se obtuvieron a diferente voltaje: 15V; 20V; 25V, tiempo 10; 15;20 minutos y tipo de electrodo: acero inoxidable - latón y acero inoxidable – alpaca. Los resultados de eficiencia obtenidos utilizando Acero Inoxidable - Latón para el DBO<sub>5</sub> fue de 68.58 % (de 144.5 mg/L a 45.4 mg/L), para el DQO fue de 60.76 % ( de 179.7 mg/L a 70.5 mg/L), utilizando Acero Inoxidable - Alpaca para el DBO<sub>5</sub> fue de 63.73 % ( de 144.5 mg/L a 52.4 mg/L), para el DQO fue de 60.87% ( de 179.7 mg/L a 70.3mg/L).

**Palabras claves:** Electromicronano, Micro-nanoburbujas, Agua residuales, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno.

## ABSTRACT

In Peru only 32% of the water is treated, in the province of Oyón the discharge of domestic wastewater treated improperly and the disposal without any treatment of domestic wastewater pollutes water bodies, which endanger the public health and the sustainability of natural resources, for this reason an effective treatment at the laboratory level was established in this research to reduce the organic matter of domestic effluents from the town of Oyón 2017. With the use of electromicronano (micro-nano bubble generator by electrolysis). The aim is to reduce organic matter by measuring the chemical demand for oxygen and biochemical oxygen demand.

The investigation was experimental, the electromicronano generator was used with two types of interchangeable anodes of the material of the Peruvian coins, one of them the coin of a new sun called alpaca and the other of the center of the coin of two soles called brass. used a stable stainless steel cathode for the production of micro-nanobubbles. The domestic wastewater used for the treatment in the electromicronano generator was taken in the input box of the PTAR "Tatahuaca". The parameters were analyzed such as: pH, temperature, electrical conductivity, turbidity, chemical oxygen demand and biochemical oxygen demand to determine the degree of contamination and were treated with micro-nanobubbles that were obtained at different voltage: 15V; 20V; 25V, time 10; 15, 20 minutes and type of electrode: stainless steel - brass and stainless steel - alpaca. The efficiency results obtained using Stainless Steel - Brass for BOD5 was 68.58% (from 144.5 mg / L to 45.4 mg / L), for the COD it was 60.76% (from 179.7 mg / L to 70.5 mg / L), using Stainless Steel - Alpaca for BOD5 was 63.73% (from 144.5 mg / L to 52.4 mg / L), for COD it was 60.87% (from 179.7 mg / L to 70.3 mg / L)

Keywords: Electromicronano, Micro-nanobubbles, Wastewater, Biochemical Oxygen Demand, Chemical Oxygen Dema.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años la demanda de calidad del agua potable está aumentando a nivel mundial y el incrementando de la población ha dado lugar a la generación de gran cantidad de aguas residuales que son descargados sin previo tratamiento hacia los cuerpos receptores amenazando a los cursos hídricos existentes.

Las instalaciones de las plantas de tratamiento de aguas residuales necesitan urgentemente tecnologías sostenibles y procesos para hacer frente a la escases de agua, en este contexto las nanoburbujas o burbujas ultra-finas han surgido como una posible solución.

Las propiedades únicas de las nanoburbujas como: La longevidad, alta presión interior, la generación de radicales libres y alta velocidad de disolución de oxígeno los hace atractivos para un número de aplicaciones. Recientemente la aplicación de las nanoburbujas y microburbujas en la tecnología de tratamiento de agua ha ido ganando la atención.

Los procesos comúnmente aplicados en el tratamiento de agua utilizando la tecnología de nanoburbujas y microburbujas son: de flotación, la aireación, la desinfección y procesos de oxidación avanzada. En la mayoría de las investigaciones realizadas, los objetivos principales de la aplicación de tecnologías de las nanoburbujas son reducir el tamaño de las instalaciones, para reducir el tiempo de operación y coste de mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua, con una mayor eficiencia de eliminación de contaminantes. (Tatek, et al, 2017)

La generación, medición y tecnologías aplicadas de las llamadas nanoburbujas con un diámetro que van desde decenas a cientos de nanómetros, están evolucionando de manera espectacular en los últimos años.

La generación de nanoburbujas mediante el proceso electroquímico se considera como una forma flexible para controlar la producción de burbujas (densidad y tamaño). (Shangjiong, et al, 2008)

La electrólisis del agua es una forma fiable y controlable para producir rápidamente una concentración alta de gas local en las superficies de los electrodos afectando significativamente a la formación de nanoburbujas y microburbujas.

### **1.1. Realidad problemática**

Un problema que se vive día a día en nuestra sociedad es la contaminación de las aguas superficiales, uno de los principales factores es la descarga de las aguas residuales domésticas sin ser tratados a los cuerpos receptores como: quebradas, lagos, ríos y mares, lo cual impacta negativamente poniendo en riesgo la salud humana y la sostenibilidad de los recursos naturales.

En el Perú hay 204 plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales la mayoría no son exitosas debido a la falta de mantenimiento, operación y al desinterés de protección del medio ambiente de parte de las entidades a cargo de la PTAR, como consecuencia esto trae la contaminación de los cuerpos de agua ya que se descargan las aguas insuficientemente tratadas de las PTAR a los cuerpos receptores. (Drik, 2015)

La localidad de Oyón no es ajena a esa problemática, ya que cuenta con 2 plantas de tratamiento ineficientes que están a cargo de la municipalidad provincial de Oyón, de las cuales la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas “Pisgopuquio” está inoperativo, debido a deficiencias técnicas en su construcción. Como consecuencia las aguas residuales crudas provenientes de los sistemas de alcantarillado están siendo descargadas directamente al río Patón, contaminando el cuerpo receptor con cantidades de materia orgánica, microorganismos entre otros.

Respecto a la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas “Tatahuaca” está operando en pésimas condiciones, A continuación, se detalla:

- Algunos equipos de la planta se encuentran deteriorados debido a la insuficiente actividad de operación y mantenimiento de las PTARD. Al estar operando en esas condiciones las aguas no están siendo tratadas adecuadamente.

- Cuentan con un personal sin instrucción para el manejo de la PTARD, debido a la falta de recursos financieros y la falta de interés a la conservación del recurso.

Además, no cuenta con la autorización de la Autoridad Nacional del Agua para el vertimiento de las aguas residuales domesticas de la PTARD “Tatahuaca” en el cuerpo receptor (rio Patón). Pero a pesar de lo descrito las aguas insuficientemente tratadas por la PTARD “Tatahuaca” son vertidas al río Patón con carga contaminante orgánico e inorgánico, lo cual estaría ocasionando la contaminación del rio Patón y poniendo en riesgo a la salud de los trabajadores agrícolas y sus familiares, lo mismo para la población en general que consume los productos de los cultivos que son regados con esa agua rio abajo.

## **1.2. Trabajos previos:**

### **1.2.1. Nivel Nacional:**

Según, ACHAQUI, Y (et al) (2016), Generador de microburbujas sintonizable mediante electrolisis y el ultrasonido. El objetivo de su investigación fue producir burbujas en una solución controlada no químicamente usando localizados micro-electrolisis y ultrasonido n su investigación demostró la capacidad para producir microburbujas, utilizaron

un micro-electrodo de platino con una punta cónica afilada, Aplico un voltaje eléctrico de 30 V para producir microburbujas poli dispersos de oxígeno e hidrógeno y para producir burbujas de hidrogeno aplico 20V como resultado se obtuvo burbujas cuyos diámetros son 60  $\mu\text{m}$ , 70  $\mu\text{m}$ , 35  $\mu\text{m}$ .

Según YUWEN, L, (et al) (2017), El estado de equilibrio dinámico de una nano burbuja generada electroquímicamente. En su investigación demostró que una nanoburbuja es sostenible en disolución de  $\text{H}_2$ , mediante el uso de electrodos nanodisco de platino empotrados con radio entre 2,5 nm y 40 nm, utilizando agua, logrando como resultado nanoburbujas lleno de gas de radio entre 10 y 50nm en equilibrio dinámico tanto en incrustaciones y electrodos empotradas nanodisco de platino.

Según LODICO, J, (et al) (2014), Nanoburbujas en electrodos transparentes, En su investigación demostró la formación de nanoburbujas utilizando una polarización eléctrica aplicada a los electrodos de grafeno, para crear la nanoburbujas se aplicó un 300 ms de pulso de 1,6V en el líquido ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ),se observaron las nanoburbujas usando el microscopio electrónico de transmisión de barrido, como resultado se obtuvo la formación de nanoburbujas sobre el grafeno expandiéndose a través de la célula líquida.

Según VALDIVIEZO, L, (et al) (2012), Medición y análisis de micro-burbujas producidos en electroflotación. En su investigación demostró la medida de las burbujas en diferentes corrientes y concentraciones de electrolitos, construyó de una célula de electro flotación en acrílico, usaron un cátodo de acero inoxidable y Ti / Ru  $\text{O}_2$  de malla como ánodo, realizaron la medición usando el método de análisis de imágenes y la técnica de difracción de láser, como resultado en el primer método se identificó el diámetro de

burbuja de 82 micras a 92 micras y mediante la técnica de difracción de láser se identificó el diámetro de burbuja de 40 micras hasta 58 micras.

Según HUNG, I (2016), Ultrafinas ozonización burbuja-mejorada para el tratamiento de agua. En su tesis demostró los efectos de burbujas ultrafinas en E.coli en aguas también los efectos del gas ozono que se inyecta en el agua, mediante la utilización de generadores , utilizando aguas contaminadas con E.coli. caracterizo a los efluentes y luego trató las aguas con el generador durante 60min, logrando un efecto significativo cuando las burbujas ultrafinas se utilizan en conjunto con gas ozono, la concentración de ozono disuelto en agua no supero 2 mg/L que no permitía una rápida desinfección, con un generador de ozono más potente se puede lograr mejores resultados.

Según CHIEH, J (et al), (2007), La tecnología de flotación nano-burbujas como proceso de coagulación del tratamiento rentable de químico mecánico. En su investigación demostró la capacidad de clarificación de aguas residuales, mediante reactores de flotación en laboratorio y escala piloto, con la aplicación de tecnología de burbujas de flotación (NBFT) con Cess coagulación pro, utilizando efluentes de pulido químico metálico, logrando una eficiencia de clarificación de aguas residuales de un 40% en comparación con el proceso de coagulación/ floculación convencional.

Según KIKUCHI, K, (et al.) (2009), Determinación de la concentración de nanoburbujas oxígeno en el agua electrolizada. En su investigación demostró la existencia de nanoburbujas de oxígeno, mediante el método de Winkler modificado y fue medido por el método de disolución de 10 veces el efluente de la cámara anódica, se realizó la medición con el método de



dispersión de luz dinámico usando un láser se afirmó la existencia de nanoburbujas de oxígeno.

Según FARFAN, M. (2015), Evaluación de la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales domesticas para el riego de áreas verdes en el sistema de lodos activados de la planta piloto de la FIARNUNAC. En su investigación estudio demostró la eficiencia de remoción de la materia orgánica del agua residual doméstica en el sistema de lodos activados para la obtención de agua para riego de áreas verdes ,Se realizó a escala piloto dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional del Callao utilizando agua residual que se genera en la ciudad universitaria mencionada , se trató los efluentes a través de la operación el sistema en tres tiempos 120 min,170 min y 200 min , logrando la máxima eficiencia para la DBO a 170 min con 82%de eficiencia ,para la DQO se presentó a 120 min con 49,09%, para los sólidos suspendidos a 170min con 72.23% y para aceites y grasas a 200 min con 75,29%.

Según SALGUERO, J y VALVERDE, J (2017), La reducción de demanda química de oxígeno de las muestras de agua de la cuenca inferior del río Chillón por medio de Micro Nanoburbujas de aire ozono, Ventanilla –Callao. El objetivo de su investigación fue disminuir los contaminantes de las muestras de agua del río Chillón, mediante la medición de la demanda bioquímica de oxígeno(DBO), caracterizo a los efluentes y luego los trato por medio de micro nanoburbujas de aire y ozono, logrando una eficiencia de disminución de 69,36% en 15 minutos con Micro Nanoburbujas de ozono de 53 mg/L y con Micro Nanoburbujas de o aire se obtuvo 57 mg/L.

Según CRUZ, R y VALVERDE, J (2017), Reducción de coliformes presente

en aguas residuales domésticos con Micro-Nanoburbujas de Aire-Ozono en la ciudad Carhuaz, Perú. El objetivo de su tesis fue reducir los coliformes totales y coliformes fecales del efluente residual domestico del distrito de Carhuaz., mediante el tratamiento con el generador de Micro Nanoburbujas aire ozono con un caudal de agua de 4,67 L/min y una presión de mezcla de aire y ozono de 90 PSI, logrando una eficiencia de reducción de coliformes totales hasta 99,96% y coliformes fecales hasta 99,92%.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Aguas residuales**

Son aguas generados a partir de las actividades humanas sus características son diversas depende de sus orígenes y son transportados mediante el sistema de alcantarillado. (Romero, 2004)

Según Ramalho ,1996. Hay cuatro fundamentales fuentes fundamentales de aguas residuales:

- Aguas residuales industriales
- Aguas residuales domesticas o urbanas
- Aguas residuales escorrentía de uso agrícola
- Aguas residuales pluviales

#### **1.3.2. Aguas residuales domésticas**

Son provenientes de los edificios comerciales, instituciones, viviendas o residencias, se presentan de dos formas aguas negras y aguas grises, presentan alto contenido de detergentes, patógenos, nutrientes de fosforo nitrógeno y materia orgánica. (Romero, 2004)

#### **1.3.2.1. Constituyentes de aguas residuales domésticas**

Los constituyentes encontrados en las aguas residuales pueden ser clasificados como físicos, químicos y biológicos, de los cuales los sólidos suspendidos, los compuestos orgánicos biodegradables y los organismos patógenos son de mayor importancia, por ello la mayoría de instalaciones de manejo de aguas residuales deben ser diseñadas para su remoción.

#### **1.3.3. Materia orgánica**

En las aguas residuales la materia orgánica proviene de residuos alimenticios, heces, materia vegetal, sales minerales, materiales orgánicos y materiales diversos como jabones y detergentes sintéticos. (Delgadillo, et al, 2010)

##### **1.3.3.1. Parámetros para medir materia orgánica**

**1.3.3.1.1. Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO<sub>5</sub>):** Es la cantidad de oxígeno consumido (durante 5 días en oscuridad y a una temperatura de 20°), para oxidar la materia orgánica presente en el agua por medio de procesos aeróbicos. Este parámetro se aplica en mayor medida a las aguas residuales. (Delgadillo, et al, 2010)

**1.3.3.1.2. Demanda química de oxígeno(DBO):** Es la cantidad de oxígeno necesario para descomponer químicamente la materia orgánica degradable y biodegradable en un periodo de tres horas. (Delgadillo, et al, 2010)

#### **1.3.4. Tratamientos para la remoción de materia orgánica**

Para remover materia orgánica biodegradable existen diferentes tratamientos tales como:

#### **1.3.4.1. Sistemas aeróbicos:**

En los sistemas de tratamiento aeróbicos se identifican básicamente cinco procesos como lodos activados, el sistema de estabilización, el filtro percolador, el filtro sumergido y discos biológicos rotativos. los demás sistemas aeróbicos existentes son variantes, combinaciones o mejoras secundarias de estos procesos básicos identificados por una constelación de marcas y productos comerciales. (Noyola, et al, 2013)

#### **1.3.4.2. Sistemas anaeróbicos:**

Los sistemas anaeróbicos en su operación no dependen de suministro de oxígeno y por lo tanto no se requiere equipos de aireación y todo lo relacionado con su mantenimiento, operación y costo energético. Es por ello el uso de sistemas anaeróbicos dentro de un tren de tratamiento de aguas residuales, dentro de la gama de posibilidades, resalta el reactor anaeróbico de lecho de lodos con flujo ascendente (UASB). (Noyola, et al, 2013)

#### **1.3.4.3. Procesos acoplados (anaeróbicos- aeróbicos):**

Los procesos acoplados aumentan la eficiencia energética en el tratamiento de las aguas residuales. en la etapa anaerobia se elimina la mayor cantidad de materia orgánica en el agua residual y en la aeróbica se pule el efluente anaerobio. Además del decremento del costo de operación y mantenimiento disminuye en 5 veces la producción de lodo comparado con un sistema aeróbico convencional. (Noyola, et al, 2013)

#### **1.3.5. Electroquímica**

Estudia uso de la corriente eléctrica para producir reacciones químicas que se dan en la interface de un conductor iónico (electrolito) y un conductor eléctrico (electrodo) que es un sólido o una disolución (Barrera, 2014)

### **1.3.6 Métodos electroquímicos para el tratamiento de aguas**

Según Barrera, 2014. En la actualidad existen técnicas electroquímicas para la descontaminación de efluentes como son los siguientes:

- Electrocoagulación y Electro flotación: se usa para el tratamiento de efluentes con materia coloidal o grasa.
- Electrolisis: se usa para al tratamiento de efluentes contaminados con baja concentración de materia orgánica.
- Electrodeposición y Electrodialisis: Es usada para tratamiento de efluentes contaminados con iones inorgánicos.

#### **1.3.6.1. Electrocoagulación**

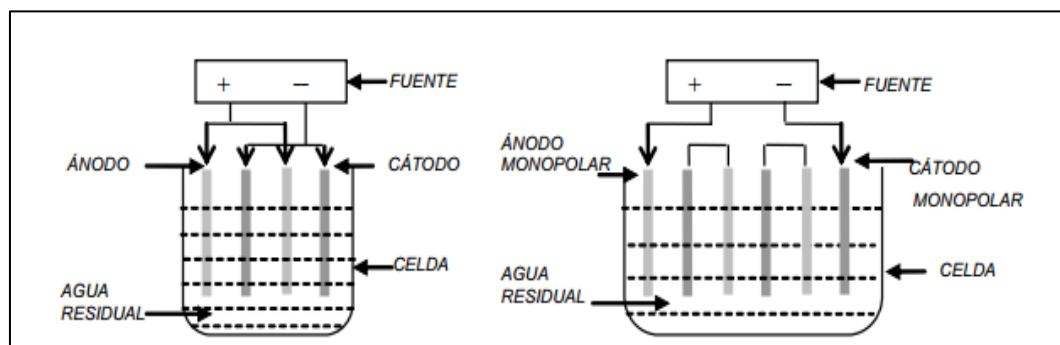
Es un proceso que utiliza la electricidad para remover contaminantes en el agua, consiste en un proceso de desestabilización de los contaminantes del agua ya sea que estén en suspensión, emulsiones o disueltos en un medio acuoso mediante la acción de la corriente en el agua con un determinado voltaje través de electrodos metálicos como el hierro y aluminio que son los más usados (Romero ,2014; Martínez, 2008).

Durante el proceso de electrocoagulación el catodo permanece sin disolverse mientras que el ánodo se disuelve proveyendo iones metálicos (electrodo de sacrificio), los iones producidos desestabilizan las partículas contaminantes del agua por reacciones químicas y precipitación y por el proceso físico de agregación de coloides.

El proceso de electroquímica aparte de remover materia coloidal o grasa tiene capacidad de eliminar contaminantes en el agua tales como materia orgánica y cationes metálicos o aniónicos. (Romero, 2014)

##### **1.3.6.1.1 Tipos de reactores utilizados para el proceso de electrocoagulación:**

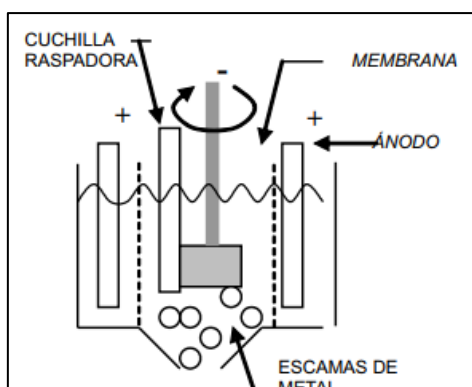
- **Reactor de Tipo Bach:** El reactor de tipo Bach trata el agua residual en un ciclo en un volumen determinado, se usan dos placas uno como cátodo y el otro como ánodo se colocan los electrodos en forma de placas en serie de forma bipolar o monopolar.



**Figura 1.** Reactor tipo Batch

**Fuente:** Arango, 2005

- **Reactor de celdas de cátodo rotativas:** En este reactor el cátodo gira en el centro de la celda y el ánodo se encuentra fijo, lo cual permite aumentar la transferencia de masas en los electrodos y remover las partículas del ánodo.



**Figura 2.** Reactor de electrodo cilíndrico rotativo

**Fuente:** Arango, 2005

#### **1.3.6.2. Electrolisis**

La electrolisis genera un cambio químico en un líquido por la acción de energía eléctrica que se introduce aplicando una diferencia de potencial entre dos electrodos (conductores), al sumergirlos en el medio líquido provoca la reacción química dándose la oxidación de los contaminantes presente en el agua en la superficie de los electrodos (ánodo) y la reducción en el cátodo. (Barrera, 2014)

El tratamiento electrolítico de las aguas residuales tiene como objetivo oxidar o reducir los contaminantes contenidos en las aguas residuales, de modo que se transformen en otras con menor peligrosidad ambiental.

#### **1.3.6.3. Electrodiálisis**

Es una celda electroquímica origina un campo eléctrico favoreciendo el movimiento de los iones también el de partículas cargadas , hacia el electrodo de signo contratarlo, este trasporte se puede modificar cuando se incluye en la celda membranas la cual permite el paso selectivo de determinados iones , de esa manera se utilizarían membranas de tipo catiónico o anicónico en combinación con el campo eléctrico generado en la celda electroquímica para diluir o concentrar especies químicas ionizadas inorgánicas u orgánicas presentes en la disolución. (Barrera, 2014)

#### **1.3.6.4. Electrodeposición**

La electrodeposición es un proceso de reducción, la especie reducida se deposita como metal encima de la superficie catódica de una celda electroquímica, se aplica principalmente es la recuperación de metales con lo que el agua tratada se vuelve a reciclar en el proceso. Además, la

producción de lodo residual es mínima y los costos operativos son bajos. (Barrera, 2014)

#### **1.3.6.5. Producción Micro-nanoburbujas en procesos electroquímicos**

A través de los procesos de las técnicas electroquímicas se pueden generar burbujas muy finas.

En los procesos electrolíticos usando electrodos como ánodo o cátodo de materiales como: grafito, platino, acero o titanio mediante la acción de electrolisis en el agua se puede generar pequeñas burbujas de oxígeno e hidrógeno con un diámetro medio de 20 micras a 40 micras (Valdiviezo, 2014).

Los factores que influyen en el tamaño de las burbujas producidas mediante electrofotación son los siguientes: el tipo de material de electrodo, su posición en la serie electromotriz, pH, densidad de corriente y la curvatura de la superficie del electrodo.

**Electrólisis:** La electrólisis del agua realizado en microsistemas con un cambio rápido de polaridad de la tensión produce nanoburbujas ópticamente invisibles que contienen  $H_2$  y  $O_2$  gases. Cuando la concentración de la  $H_2$  y  $O_2$  de las nanoburbujas se hace tan grande que las burbujas se tocan entre sí se transforman en microburbujas (MBS) con un tamaño típico de 10  $\mu m$ .

La electrólisis del agua hace el efecto de la vibración de las placas vibratorias de baja frecuencia y el electrolito. el tamaño promedio de microburbujas es de 35-55  $\mu m$ , y su distribución de tamaño es de 15-100  $\mu m$ . (Tsuge, 2014)



### 1.3.7. Microburbujas

Las microburbujas son de tamaño micrométrico producidas mediante un generador de microburbujas. (Tsuge, 2014)

#### 1.3.7.1. Características de las microburbujas

**1. Tamaño de burbuja:** Las microburbujas son generalmente del orden micrómetro. Dependiendo del campo de trabajo, su tamaño es 10-40  $\mu\text{m}$  para la bioactividad y menos de 100  $\mu\text{m}$  para la física de los fluidos. (Tsuge, 2014)

**2. Velocidad de ascenso:** Por ejemplo, una microburbuja de 10  $\mu\text{m}$  sube sólo 20 cm en 1 h. (Tsuge, 2014)

la velocidad de ascenso de una Microburbuja depende de las propiedades físicas de los líquidos. Para una microburbuja de 100 de diámetro el número de Reynolds  $Re = (d \cdot v \cdot \rho) / \eta$ , es casi 1 y su forma esférica. Por los resultados experimentales la velocidad de ascenso cumple la ecuación de Stokes, aplicable a esferas sólidas.

$$V = (\rho \cdot g \cdot d^2) / 18\eta \dots \dots \dots (1)$$

Donde  $V$  es la velocidad de ascenso,  $\rho$  es la densidad del líquido,  $g$  es la aceleración de la gravedad,  $d$  es el diámetro de la burbuja y la  $\eta$  es la viscosidad del líquido.

**3. Alta presión dentro de microburbujas y disolución de gas grande:**

Los valores de presión interna de burbujas cuyos diámetros son 1  $\mu\text{m}$  y 100 nm son 3,87 y 29,7 atm, respectivamente, bajo 1 atm alrededor de la presión de la burbuja, la presión dentro de la burbuja aumenta de manera que la presión parcial del componente de gas disuelto, que es la fuerza

motriz de la disolución, aumenta y el gas se disuelve fácilmente. (Tsuge, 2014)

Usando la ecuación de Young-Laplace la presión en una burbuja ( $\Delta P$ ) cuyo diámetro es  $d$  disminuye, la presión circundante aumenta debido a la tensión superficial  $\gamma$ .

$$\Delta P = 4\gamma/d \dots\dots\dots (2)$$

**4. Superficie con carga negativa de microburbujas:** Las microburbujas están cargadas negativamente con un potencial  $z$ , promedio de -30 a -40 mV independiente del diámetro de la burbuja. La carga superficial de la interface gas-agua está fuertemente afectada por el pH del agua. No hay posibilidad de coalescencia de microburbujas incluso en el caso de agua de microburbujas densas. La carga superficial de la interface gas-agua está fuertemente afectada por el pH del agua. No hay posibilidad de coalescencia de microburbujas incluso en el caso de agua de microburbujas densas. Cargando positivamente la superficie de los materiales suspendidos y adsorbiéndolos La superficie cargada negativamente de las microburbujas, podemos aplicarla a la operación de separación. (Tsuge, 2014)

#### **1.3.8. Nanoburbujas**

Las burbujas de menos de 1  $\mu\text{m}$  se llaman nanoburbujas. La desaparición de las micro burbujas conduce a la formación de nanoburbujas lo que demuestra que los radicales libres se generan durante el colapso de las micro burbujas. (Tsuge, 2014)

##### **1.3.8.1. Preparación de nano burbujas:**

Las nanoburbujas se generan mediante el uso de generador de nanoburbujas dependiendo del tamaño requerido. El generador comúnmente utilizado es el aireador (mezcla gas-líquido). (Tsuge, 2014)

#### **1.3.8.2. Técnicas para la caracterización de la nanoburbujas.**

- **La dispersión de luz dinámica:** se utiliza para medir el tamaño de las partículas y moléculas. Esta técnica mide las partículas en difusión que se mueven bajo el movimiento browniano y convierte esta medida en el tamaño y distribución de las dimensiones.
- **El microelectroforesis por láser Doppler:** se utiliza para medir el potencial. Un campo eléctrico se aplica a las partículas de una solución o a una dispersión de partículas que se moverá con una velocidad relacionada con su potencial
- **La dispersión de luz estática:** se utiliza para determinar el peso molecular en las proteínas y polímeros.

#### **1.3.8.2 Tratamiento de aguas residuales con nanoburbujas**

Las nanoburbujas ozono se utilizan en estos días en varias aplicaciones, pero nanoburbujas ozono se pueden utilizar para purificar el agua, mejorar la vitalidad de los peces, los animales y las plantas. También podría contribuir a resolver problemas relacionados con la biología, la medicina y alimentos en el futuro. El secreto está detrás de la gran superficie de las nanoburbujas, que ofrece altas tasas de transferencia de masa en comparación con las burbujas tradicionales. Así, este método también purifica el agua. (Tsuge, 2014)

#### **1.3.9. Planta de tratamiento de aguas residuales domesticas “Tatahuaca” (PTARD)**

La PTARD “Tatahuaca” es la primera planta de aguas residuales del distrito de Oyón, ha sido construida para tratar hasta el año 2027 un caudal promedio 7,81 L/s (674,8 m<sup>3</sup>/d), caudal máximo horario 17.998L/s y una carga orgánica (DBO) de 224,9 Kg/d (333,2mg/L) cuenta con la siguiente estructura operativa:

- **Tratamiento Preliminar - reja**

Los tratamientos preliminares de rejas operan las 24 horas del día de forma continua del día. La cámara de rejas prevé un canal aliviadero que entra a operar cuando la reja está sumamente obstruida.

- **Tanque Imhoff**

Se utiliza como tratamiento primario, consta de dos partes: un sedimentador para remover los sólidos sedimentables y flotantes y un digester de lodos para la estabilización anaeróbica de los lodos.

- **Filtros Percoladores y Sedimentadores Secundarios (Tanque Dortmund)**

Los Filtros Percoladores reciben el efluente de los tanques Imhoff y complementan el tratamiento por medio de una reacción de oxidación de la materia orgánica residual, promovida por la biomasa aeróbica que se fija en el material de soporte del filtro.

- **Tanque de contacto de cloro**

Luego de haberse recolectado las aguas tratadas del sedimentador secundario o tanque Dortmund las aguas pasarán por un canal cercano al cuarto de cloración donde se le inyectará cloro a fin de luego conducir las aguas tratadas hacia el río Patón.

### **1.3.10. Marco legal**

**-Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM**, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas Residuales domésticas o Municipales.

**-Resolución Ministerial N° 273-2013 MVCS**, Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de las aguas residuales domésticas o municipales.

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema General**

¿En qué medida el uso de Electromicronano permite la reducción de materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca -Oyón-2017?

### **1.4.2. Problema Específico:**

- a) ¿Cuál es la variación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domesticas después del uso de electromicronano con electrodos de Acero inoxidable - Latón?
- b) ¿Cuál es la variación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domesticas después del uso de electromicronano con electrodos de Acero inoxidable - Alpaca?
- c) ¿El  $\text{DBO}_5$  y DQO de las aguas residuales domesticas tratadas con Electromicronano se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles?

## **1.5. Justificación y viabilidad**

Una de las razones que justifica la realización de este estudio es el reducir la carga orgánica presentes en aguas residuales domésticas.

Otra de las razones de esta investigación es de orden práctico, puesto que los resultados que se obtengan darán una alternativa de tratamiento de las aguas residuales domésticas a escala laboratorio, también servirá para diseñar nuevos métodos para reducir el impacto ambiental, así como para mejorar el proceso de tratamiento de efluentes ya existentes.

El tema es relevante porque se trata de la aplicación de un método nuevo mediante la electroquímica se genera Micro-nanoburbujas de hidrógeno y

oxígeno para remover materia orgánica de las aguas residuales domésticas y es importante porque tiene relación con la mitigación de impactos de las aguas residuales a las fuentes de agua,

El presente trabajo es importante además por la aplicación que puede tener este método en otras industrias y la motivación que otras personas puedan tener para seguir investigando en mejoras de eficiencia o su aplicación en otros sectores.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivos Generales**

Evaluar el uso de Electromicronano para la reducción de materia orgánica presenta en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca - Oyón-2017

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- a) Determinar la variación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domésticas después del uso de electromicronano con electrodos de acero Inoxidable - Latón.
- b) Determinar la variación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domésticas después del uso de electromicronano con electrodos de Acero Inoxidable – Alpaca.
- c) Comparar los resultados de  $\text{DBO}_5$  y DQO de las aguas residuales domésticas tratadas usando electromicronano con los Límites Máximos Permisibles.

## **1.7. Hipótesis**

### **1.7.1. Hipótesis General**

**H0:** El uso de electromicronano reducirá significativamente la materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca -Oyón-2017.

**H1:** El uso de electromicronano NO reducirá significativamente la materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca -Oyón-2017.

### **1.7.2 Hipótesis Específicos**

- a) Los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domesticas reducirá mediante el uso de electromicronano con electrodos de acero inoxidable y latón.
- b) Los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domesticas reducirá mediante el uso de electromicronano con electrodos de acero inoxidable y alpaca.
- c) El DBO<sub>5</sub> y DQO de las aguas residuales domesticas tratadas con el uso de electromicronano cumplirá con los Límites Máximos Permisibles.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Tipo y Diseño de investigación**

#### **2.1.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicativo porque se trata de demostrar la reducción de carga orgánica aplicando electromicronano en aguas domésticas de la localidad de Oyón.

Asimismo, el nivel de la investigación es explicativo

### **2.1.2. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es de tipo Pre-experimental, porque se evaluarán los parámetros de las aguas residuales domesticas

### **2.2. Variables y Operacionalización**

Ver tabla1.



Tabla 1. Operacionalización de variables

USO DE ELECTROMICRONANO PARA LA REDUCCION DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO TATAHUACA-OYÓN-2017.						
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICION	ESCALA DE MEDICION
INDEPENDIENTE						
Uso de Electromicronano	<b>Electronano</b> Es una técnica de tratamiento de aguas mediante el uso de un equipo electroquímico que genera burbujas muy finas, que mejorando el rendimiento de la flotación de las partículas contaminantes presentes en el agua.	El uso de Micro-nanoburbujas será medido mediante sus características.	Condiciones de operación del equipo	Tipos de electrodos	Ánodo: Latón y Alpaca Cátodo: Acero Inoxidable	Intervalo
				Distancia de electrodos	cm	Razón
				Voltaje	V	Intervalo
				Tiempo de tratamiento	min	Intervalo
			Características de las Micro-nanoburbujas	Diámetro	µm	Razón
				Cantidad de burbuja por gota	Número de burbujas	Razón

DEPENDIENTE						
<b>Reducción de materia orgánica presente en aguas residuales.</b>	Es la disminución de materia orgánica de las aguas residuales que ingresan a la planta de tratamiento Tatahuaca a partir de un tratamiento en específico.	La reducción de materia orgánica de las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca será medida mediante los parámetros químicos. Y físicos	Parámetros Físicoquímicos	pH	Unidad de pH	Razón
				Temperatura	°C	Razón
				Conductividad	μS/cm	Razón
				Turbidez	UNT	Razón
				Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	Razón
				Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	Razón

## **2.3. Población, muestra y muestreo**

### **2.3.1. Población**

Se consideró a las aguas residuales domésticas que ingresan a la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas “Tatahuaca” provenientes de las redes de alcantarillado de los barrios de, Nuevo horizonte y Puente piedra del distrito de Oyón, son aproximadamente 7,81L/s (Municipalidad Provincial de Oyón. s/año).

**Unidad de análisis:** El agua residual que ingresan a la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas “Tatahuaca”.

### **2.3.2. Muestra**

Para el tratamiento se utilizó 30 litros de aguas residuales que ingresan a la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas “Tatahuaca” – Oyón, se tomó la muestra de forma aleatoria y sistemática.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

Para desarrollar se utiliza la siguiente técnica.

**Tabla 2.** Técnicas e instrumentos de recolección de datos

ETAPA	FUENTE	TECNICA	INSTRUMENTO	RESULTADOS
<b>1) Construcción del Equipo</b>	Elaboración propia	Observación	-Ficha de construcción.	Equipo Electromicronano construido
<b>2) Diagnostico de la zona Y toma de muestra inicial</b>	Efluentes que ingresan a la planta de tratamiento Tatahuaca	Observación	-Registro de colecta de muestra inicial (Anexo 1) -Registro de cadena de custodia (Anexo 2)	-Zona diagnosticada  -Resultados de DBO <sub>5</sub> , DQO.
<b>3) Tratamiento con Electromicronano</b>	Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo	Observación	-Registro del tratamiento con electromicronano (Anexo 3)	Electrodo, tiempo, voltaje optimo en el proceso realizado.
<b>4) Análisis de la muestra final</b>	Laboratorio acreditado	Observación	Registro de resultados del tratamiento con electromicronano (Anexo 4)	Resultados de DBO <sub>5</sub> , DQO.
<b>5) Comparación de los resultados</b>	Gabinete	Análisis de documento	Hojas de cálculo SPSS y Excel	-DBO <sub>5</sub> , DQO presente – iniciales  -Porcentaje de reducción de Materia Orgánica.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

## **Etapas 1. Construcción del Equipo**

### **A. Materiales y equipos:**

los materiales y equipos que se utilizaron fueron:

#### **➤ Materiales:**

- 1 tubo de acrílico transparente de 6 pulgadas (Tubo A), 14 cm de largo x 10 cm de diámetro
- 1 tubo de acrílico transparente de 4 pulgadas (Tubo B), 14 cm de largo x 6 cm de diámetro
- 2 tapas de acrílico del tubo A
- 1 tapas de acrílico del tubo B
- 8 llaves de control
- 4 tes de agua de 1/2
- 8 codos de 1/2
- 2 codos de 45°
- 1 pegamento
- 4 uniones de 1/2
- 100 cm de tubo
- 1 silicona

#### **➤ Equipos**

- **Transformador:** Marca ELECTRONICA “SP” con un rango de conversión de 0 - 27 voltios.



**Figura 3.** Transformador de electronica SP.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

- **Celda Electrolítica:** Esta construido de un material acrílico cuyas dimensiones son: Altura: 14 cm; diámetro 10 cm.



**Figura 4.** Celda electrolítica.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

- **Electrodos:**

- **Ánodo:** Se utilizó como ánodo Acero Inoxidable con las siguientes dimensiones: Altura: 14 cm; diámetro: 6.2 cm; espesor: 0,5 mm.
- **Cátodo:** Se utilizaron dos cátodos uno de Alpaca y otro de Latón con las siguientes dimensiones: Altura: 14 cm; diámetro 5 cm. espesor: 1,5 mm.



**Figura 5.** Electrodo de acero inoxidable, alpaca y latón.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

**B. Construcción del equipo Electromicronano:** Primeramente, se construyó la celda electrolítica para ello se pegó el tubo B en el interior central del tubo A con pegamento para material acrílico. Seguidamente se hicieron unos orificios en las tapas del tubo A y se

pegaron los tubos, llaves de control, tes de agua de  $\frac{1}{2}$ , codos de  $\frac{1}{2}$  y  $45^\circ$  de formando unos conductos de agua, conducto para desfogue del gas.

Posterior mente se amoldo la malla de acero inoxidable en forma de tubo con dimensión de 14 cm de largo x 6.2 cm de diámetro, luego se colocó encima del tubo B el electrodo de acero y dentro del tubo los electrodos de Alpaca/Latón estos son intercambiados para realizar los ensayos, así mismo están separados entre sí a 4 mm de distancia por medio de tubo de acrílico.

También cuenta con una fuente de voltaje 0 – 27 V, el voltaje se puede manipular manualmente mediante una perilla que se encuentra al centro del transformador,



**Figura 6.** Equipo Electromicronano completo.

Fuente: Elaboración propia, 2017

### **C. Cálculos matemáticos del diseño: Ver anexo 6**

#### **Etapla 2. Diagnóstico de la zona y toma de muestra inicial:**

**A. Diagnóstico de la zona:** La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas "Tatahuaca", está ubicada en el Distrito de Oyón, Provincia de Oyón, Departamento de Lima, teniendo como referencia las siguientes coordenadas UTM N 8818998 Y E 0307138 de la Zona 18L.



**Figura 7.** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas  
“Tatahuaca” - Oyón.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

Las aguas residuales que generan los pobladores de los barrios de, Nuevo horizonte y Puente piedra del Distrito de Oyón son recolectados y transportados a través del sistema de alcantarillado a la PTARD “Tatahuaca”.

**B. Punto de muestra inicial:** se identificó con el uso de GPS, Marca: GARMIN, Modelo: Montana 680, el cual nos dio los siguientes datos: Los datos fueron apuntados en el registro de colecta de muestra. (Anexo 02).

REGISTRO DE COLECTA DE MUESTRA			
Nombre de la EPS/Municipio:	Municipalidad Provincial de Oyón		
Nombre de la PTAR:	Tatahuaca		
Responsable de la PTAR:	Adelina Abarca López		
Correo:		Teléfono:	237-2016
<u>Ubicación de la PTAR:</u>			
Distrito:	Provincia:	Departamento:	
Oyón	Oyón	Lima	
Localidad:	Oyón		



<u>Identificación del punto de monitoreo:</u>			
Código del punto de Monitoreo:	ARD1-P		
Número de muestra :	1		
<u>Coordenada U.T.M (WGS84)</u>			
Norte:	8820164	Este:	306015      Zona: 18L
Altitud:	3485m		
<u>Caudal de Operación:</u>		<u>Método de medición:</u>	
Nombre del responsable de la toma de muestra:	Jeniffer Maria Espinoza Fernandez		
Cargo:	Practicante de la DGAS		
Fecha de Ingreso:	03/10/2017	Hora de Ingreso:	09:00 a.m.
Motivo:	Recojo de muestras		
<u>Observación del agua residual</u>			

**Tabla 3.** Registro de colecta de muestra

**Fuente:** Elaboración propia, 2017



**Figura 8.** Punto de muestreo inicial.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

### C. Toma de muestra inicial:

La toma de muestra inicial se realizó en el buzón de entrada de PTARD “Tatahuaca”, para determinar las concentraciones iniciales de los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno.

Los parámetros in situ (pH, Conductividad eléctrica y Temperatura) se midieron con el uso del multiparámetro: Marca: HACH, Modelo: SL 1000



**Figura 9.** Equipo multiparámetro HACH

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

Con un balde se sacó agua residual del buzón de entrada, seguidamente con el uso del multiparámetro se midió los parámetros in situ. Como se muestra en la figura 10.



**Figura 10.** Toma de muestra inicial de las aguas residuales de la PTARD “Tatahuaca” con el uso del multiparámetro HACH.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

Para la toma de muestra de demanda química de oxígeno se usó un frasco de plástico de 1 litro y para la demanda bioquímica de oxígeno un frasco de plástico de 120 mililitros, los frascos fueron enjuagados previamente con las mismas aguas a muestrear, luego de ser recogidas las muestras, en el frasco de demanda química de oxígeno se adicionó 5 gotas de ácido sulfúrico para preservar la muestra según especificaciones del laboratorio.

Seguidamente los frascos fueron rotulados y embalados en una caja de Tecnopor y se transportó inmediatamente al laboratorio certificado ante INACAL, para ello se tuvo que llenar el registro de cadena de custodia brindado por el laboratorio solicitándose el análisis de  $\text{DBO}_5$  Y DQO. En la Figura 11 y 12 se muestra el procedimiento.



**Figura 11.** Toma de muestra inicial de demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017



**Figura 12.** Muestras al laboratorio para análisis de  $\text{DBO}_5$  y DQO

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

**D. Recolección de muestra para el tratamiento:** Las muestras se tomaron de forma aleatoria y sistemática.

Se tomaron las muestras en el buzón de alcantarillado de entrada de las aguas residuales a la PTARD "Tatahuaca", durante un día por 3 veces a las 8:00 am luego a las 12:00 pm y a las 5:00 pm, se recolectarán 10 litros por cada muestra de agua, obteniendo una muestra compuesta de 30 litros, la muestra compuesta se agitará por 8 minutos para homogenizar el contenido, luego se extrajo 0.7 litros para el respectivo tratamiento.

### **Etapas 3. Tratamiento con Electromicronano:**

#### **A. Tratamiento con el uso de Electromicronano:**

Durante el tratamiento se registraron los valores obtenidos en el Anexo 2.3

El tratamiento se realizó con 2 combinaciones de ánodo, primer tratamiento con el uso de Acero Inoxidable - Latón y el segundo tratamiento con Acero Inoxidable – Alpaca; el Acero se usó como cátodo fijo, mientras que el latón y Alpaca se usaron como ánodos, los cuales fueron electrodos de sacrificio.

Se evaluaron las muestras con diferentes voltajes, las cuales fueron 15V, 20V, 25V. Así mismo se tomaron tiempos de operación de 10, 20,30 minutos.

Durante el tratamiento se siguió el siguiente procedimiento:

1. Introducir los electrodos, el cátodo (Acero Inoxidable) fuera del tubo B y el ánodo (Latón o Alpaca) dentro.
2. Adicionar en total 0.7 litros de agua residual doméstica en el equipo Electromicronano, tanto dentro del tubo B (separador acrílico) y fuera.

3. Conectar los cables del transformador de energía, el cable verde con el ánodo (Acero Inoxidable) y el cable rojo con el electrodo catódico (Latón o Alpaca), de tal manera que se intercalen positivo – negativo
  4. Encender el transformador de energía y empezar la electrolisis fijando un valor de voltaje.
  5. Una vez fijado el voltaje se deja transcurrir el tiempo de operación definido.
  6. Se apaga el transformador de energía y se desconecta los electrodos.
  7. Tomar la muestra para los análisis respectivos, abriendo la llave inferior del equipo (llave 1, 2 y 3).
  8. Se transporta las muestras inmediatamente al laboratorio certificado.
- ❖ Repetir desde el paso 2 cambiando los tipos de electrodos, voltaje y tiempo. Para mayor entendimiento ver diagrama de tratamiento anexo 7.



**Figura 13.** Tratamiento con el uso de Electromicronano, usando tipos de electrodos, voltaje y tiempo

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

## **B. Caracterización de Micro-nanoburbujas :**

### **Materiales y equipo**

- Microscopio trinocular, MOD. BM-120 T-LUZ LED
- Cámara de microscopio de 5 megapíxeles
- Alcohol isopropílico
- Láminas portaobjetos
- Láminas cubreobjetos

Para observar las características de las Micro - nanoburbujas se realizó de la siguiente manera.

- El software XView se instaló en una laptop
- Se instaló la cámara en el microscopio y al laptop.
- Con la ayuda de un gotero se sacó una muestra de agua residual domestico con Micro-nanoburbujas del equipo electromicronano.
- Se colocó una gota (0.05ml) en una lámina portaobjetos y se cubrió con una lámina cubreobjetos
- Se ubicó el portaobjetos en la platina, y se seleccionó el lente de resolución 40x,100x
- Una vez observadas las Micro-nanoburbujas en la pantalla del laptop, con el software XView de la cámara se capturo una foto (dando clic en capture) y se guardó la imagen.

### **Conteo de las Micro-nanoburbujas en una imagen**

Para realizar el conteo de las micro-nanoburbujas en la imagen se usó la barra de herramientas de software XView y se siguió el siguiente procedimiento:

- En el botón principal dar clic en abrir la imagen.
- Dar clic a la herramienta (punto de recuento), añadir un marcador de punto de recuento a cada Micro-nanoburbujas encontradas en la imagen, ver las figuras 37 y 40 para mayor entendimiento



### **Medida las Micro-nanoburbujas en una imagen**

Para realizar la medición de las Micro-nanoburbujas se usó la barra de herramientas de software XView. se siguió el siguiente procedimiento:

- En el botón principal dar clic en abrir la imagen.
- Dar clic a la herramienta (línea),
- Pulsar el botón izquierdo del ratón para especificar uno de los puntos
- Mover el ratón para el otro punto final, manteniendo el botón izquierdo del ratón pulsado, trazar la línea, suelte el botón izquierdo del ratón para completar el dibujo de líneas. La longitud de la línea aparecerá sobre la imagen al mismo tiempo.
- El procedimiento anterior puede repetirse para crear más líneas y así conocer el tamaño de cada micro-nanoburbuja contabilizada,



**Figura 14.** Observación de Micro-nanoburbujas con el uso de microscopio y cámara de microscopio.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

#### **Etapla 4. Análisis de la muestra final:**

Las muestras tratadas con Electromicronano se le entrego al laboratorio acreditado ante INACAL TYP SA el cual analizo la concentración de:  $\text{DBO}_5$  y DQO.



**Figura 15.** Muestras tratadas para enviar al laboratorio para análisis de  $\text{DBO}_5$  y DQO.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

También se analizaron los parámetros físicos en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo como: la temperatura, pH, conductividad eléctrica, turbidez. Para lo cual se usó el Multiparametro HQ40d, el Turbidímetro OZKTAN T-100, pHmetros Portatil HANNA y el termómetro digital BOECO Germani.



**Figura 16.** Mediciones de conductividad y turbidez

**Fuente:** Elaboración propia, 2017





**Figura 17.** Mediciones de pH y Temperatura.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

### **Etaa 5. Comparación de los resultados:**

Los datos de los resultados se escribieron en el registro de resultados del tratamiento con Electromicronano (anexo 2.4) con el fin de realizar una comparación y ver la eficiencia del tratamiento.

#### **2.4.2. VALIDEZ DEL INSTRUMENTO:**

##### **Validez**

Los instrumentos de recojo de datos fueron validados por tres ingenieros colegiados expertos en tema de investigación, a quienes se les pidió que evaluaran por separado los ítems de cada instrumento.

Ing. Jhonny Wilfredo Valverde Flores

Ing. Elmer Gonzales Benites Alfaro

Ing. Rita Cabello Torres

Los instrumentos que se utilizaron en esta investigación las cuales fueron validados son los siguientes:

- Registro de colecta de muestra
- Registro de cadena de custodia
- Registro de tratamiento con Electromicronano
- Registro de resultado de tratamiento con Electromicronano

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

Los métodos de análisis de datos se utilizaron los siguientes:

- Programa Microsoft Excel 2010: En las hojas de cálculo se procesaron los resultados obtenidos del tratamiento con electromicronano.
- Software SPSS Statistics v.24, 2017: Se utilizó para generar cuadros y diagramas de los datos recolectados y para realizar la prueba de hipótesis correspondiente

## **2.6. Aspectos éticos**

El proceso de investigación se desarrolló con todo el esfuerzo del autor, porque los vertimientos de las aguas residuales están contaminando las aguas del río patón, estas aguas están siendo utilizadas por los pobladores río abajo.

Por lo tanto, los análisis que se realizaron han sido analizados por un laboratorio certificado para que los resultados sean únicos.

### III RESULTADOS

#### 3.1. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra inicial.

La muestra inicial se tomó en el buzón de alcantarillado de entrada a la PTARD “Tatahuaca”. En la tabla 4 se detalla los resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra inicial que se obtuvieron insitu y en laboratorio.

**Tabla 4.** Valores de los parámetros fisicoquímicos de la muestra inicial.

Parámetros	Resultados iniciales	Unidad de medida
pH	8.32	Unidad de pH
Temperatura	13	°C
Conductividad	468.00	µS/cm
Turbidez	132	UNT
DBO5	144.50	mg/L
DQO	179.70	mg/L

**Fuente:** Reporte de análisis del laboratorio acreditado y de la UCV Lima Norte, 2017.

#### 3.2. Resultados de tratamiento

##### 3.2.1. Tratamiento con Electromicronano usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón

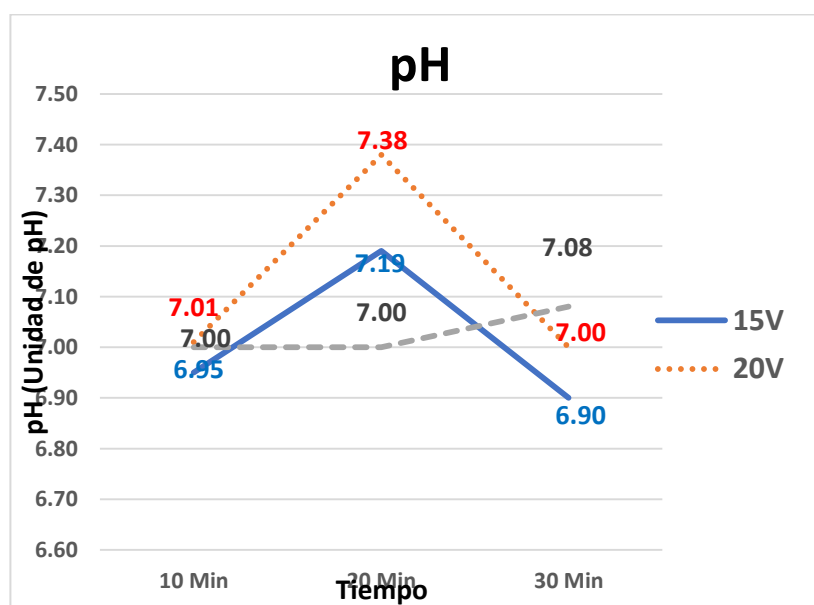
En la tabla 5: se muestra los resultados de reducción obtenidos mediante el tratamiento con Electromicronano, según las siguientes condiciones de operación:

- Voltaje: 15V; 20V; 25V
- Tiempo: 10;20;30 Minutos
- Material de electrodos: Acero inoxidable – Latón
- Numero de ensayos: 9 pruebas

**Tabla 5.** Resultados de reducción usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón.

Voltaje (V)	Tiempo (Min)	PH (Unidad de pH)	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	Turbidez UNT	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	DQO (mg/L)
15	10	6.95	19.3	456	190.00	51.10	90.2
	20	7.19	19.7	436	60.20	79.80	95.1
	30	6.90	20.1	458	56.20	58.30	70.5
20	10	7.01	19.4	434	88.90	65.10	71.5
	20	7.38	20.4	434	53.20	52.00	71.5
	30	7.00	20.8	438	37.90	45.40	70.9
25	10	7.00	20.8	435	120.00	48.40	72.8
	20	7.00	20.6	436	58.60	45.60	71.5
	30	7.08	20.8	436	39.60	59.00	74.7

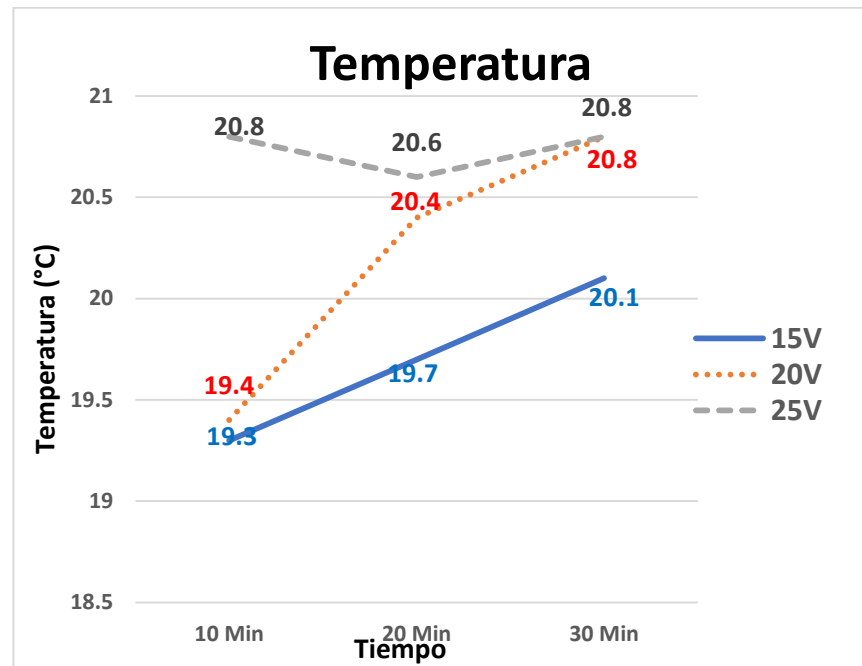
**Fuente:** Reporte de análisis del laboratorio acreditado y de la UCV Lima Norte, 2017



**Figura 18.** Resultados de pH usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón según el voltaje (15V; 20V; 25V)

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

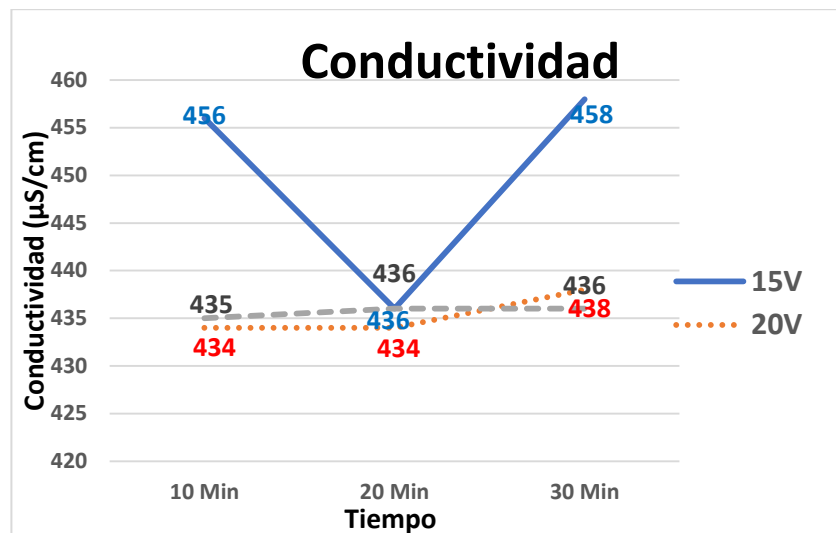
En la figura 18 se aprecia en lo general el pH se acerca a 7 luego del tratamiento con electromanono. El valor mínimo encontrado fue de 6.90 y el valor máximo encontrado fue 7.38, aplicando 25V se logra mantener el pH en un rango neutro 7.



**Figura 19.** Resultados de temperatura usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón según el voltaje (15V; 20V; 25V)

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

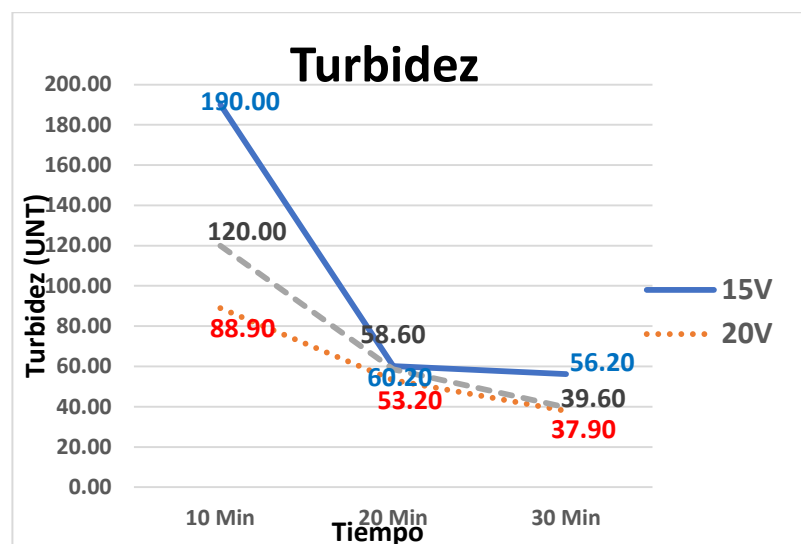
Para la temperatura en la figura 19 se observa que a mayor tiempo de la aplicación del voltaje (15V, 20V, 25V) se produce un aumento en la temperatura del medio acuoso. El valor mínimo encontrado fue 19.3 °C. y el valor máximo encontrado fue 20.8 °C.



**Figura 20.** Resultados de conductividad usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón según el voltaje (15V; 20V; 25V)

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

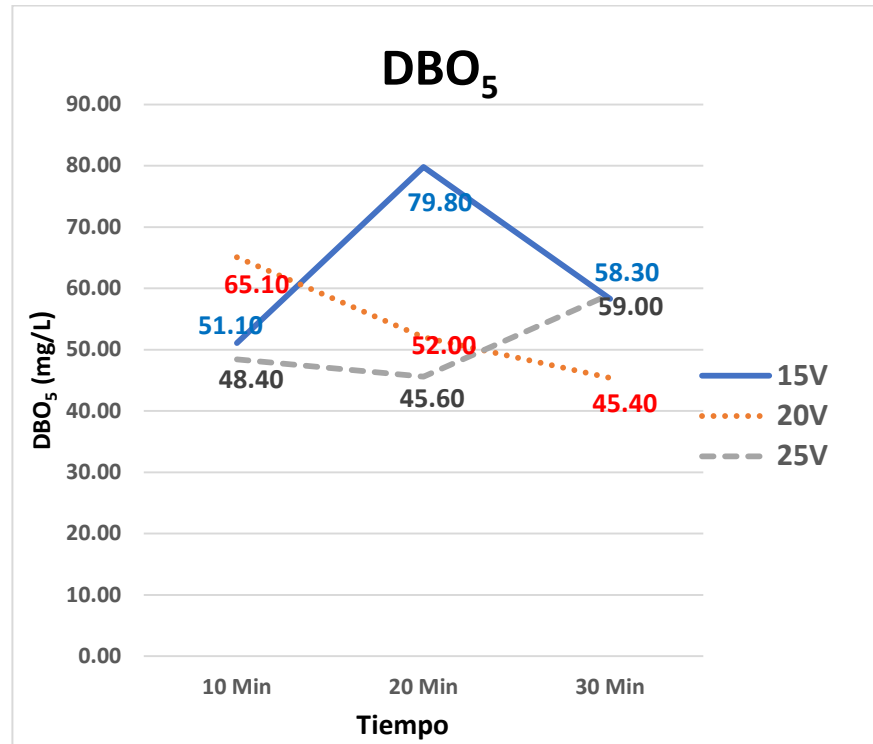
En la figura 20 se observa una variación notable en la conductividad de las muestras tratadas. El valor mínimo encontrado fue de 434  $\mu\text{S/cm}$  y el valor máximo encontrado fue 458  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 21.** Resultados de turbidez usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón según el voltaje (15V; 20V; 25V)

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

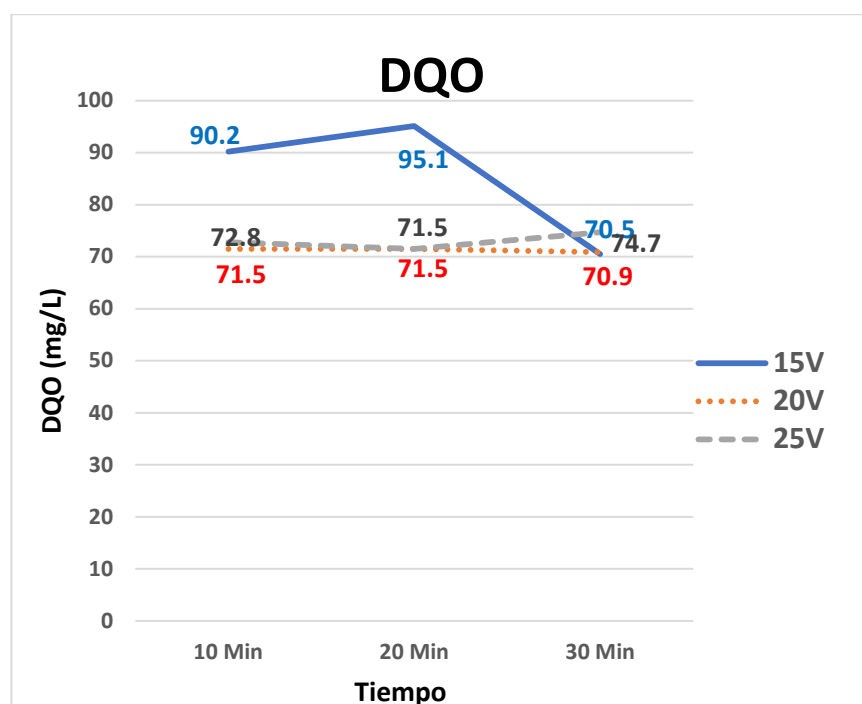
Para la turbidez en la figura 21 se observa que a mayor tiempo de la aplicación del voltaje (15V, 20V, 25V) se produce mayor desestabilización de sólidos. El valor mínimo encontrado de turbidez fue 37.90 UNT y el valor máximo encontrado fue 190.00 UNT.



**Figura 22.** Resultados de  $DBO_5$  usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón según el voltaje (15V; 20V; 25V)

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

En la figura 22 demuestra que aplicando 20V en 30 minutos se obtuvo mayor reducción de  $DBO_5$  usando la combinación de electrodos Acero Inoxidable – Latón. El valor mínimo encontrado fue 45.40 mg/L y el valor máximo encontrado fue 79.80 mg/L.



**Figura 23.** Resultados de  $\text{DBO}_5$  los electrodos Acero Inoxidable – Latón según el voltaje (15V; 20V; 25V)

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

En la figura 23 se observa que no presenta una variación notable el DQO según el tiempo y voltaje. El valor mínimo encontrado fue 70.50mg/L en 15V en 30 minutos y el valor máximo encontrado fue 95.10 mg/L.

### 3.2.2. Tratamiento con Electromicronano usando los electrodos Acero Inoxidable - Alpaca

En la tabla 6: se muestra los resultados de reducción de los parámetros obtenidos mediante el tratamiento con Electromicronano según las siguientes condiciones de operación:

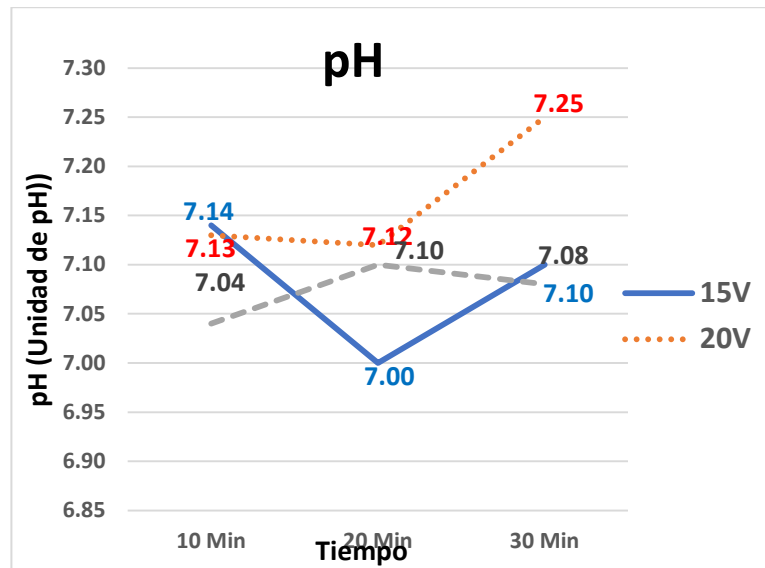
- Voltaje: 15V; 20V; 25V
- Tiempo: 10;20;30 Minutos
- Material de electrodos: Acero inoxidable-Alpaca
- Numero de ensayos: 9 pruebas



**Tabla 6.** Resultados de reducción usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca.

Voltaje (V)	Tiempo (Min)	PH (Unidad de pH)	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	Turbidez UNT	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	DQO (mg/L)
15	10	7.14	20.4	440	91.00	57.20	71.1
	20	7	20.5	439	54.20	63.70	69.1
	30	7.1	20.5	439	35.10	52.40	70.9
20	10	7.13	20.2	436	96.70	75.90	81.7
	20	7.12	20.2	437	68.00	59.60	70.8
	30	7.25	20.4	435	38.60	67.70	72.7
25	10	7.04	19.8	433	97.70	66.70	96.6
	20	7.1	19.8	435	86.80	62.00	87.6
	30	7.08	19.8	441	47.90	53.40	70.3

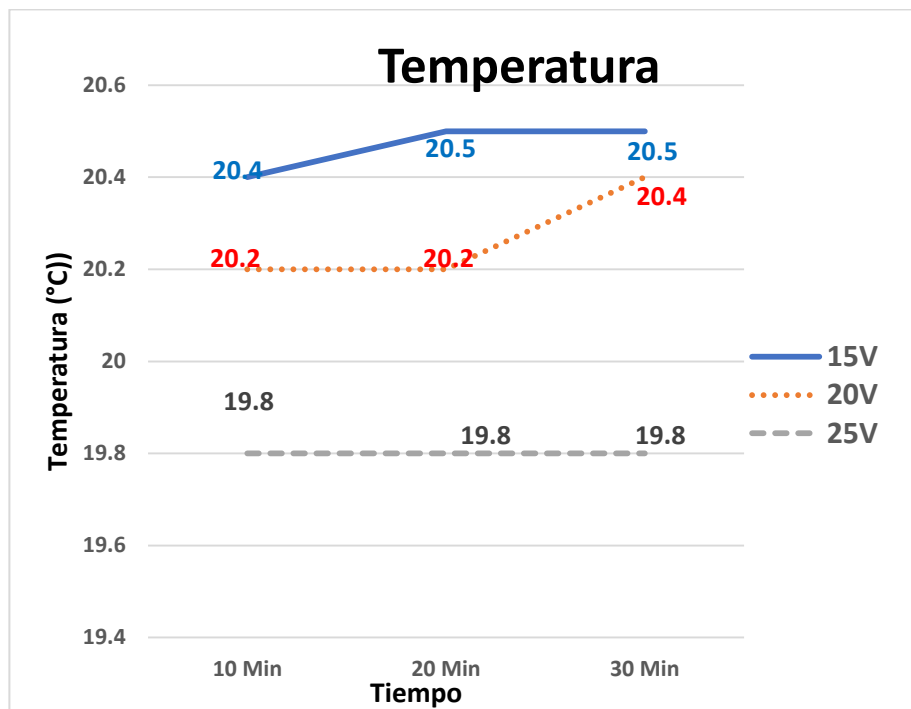
**Fuente:** Reporte de análisis del laboratorio acreditado y de la UCV Lima Norte, 2017



**Figura 24.** Resultados de pH usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca según el voltaje (15V; 20V; 25V)

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

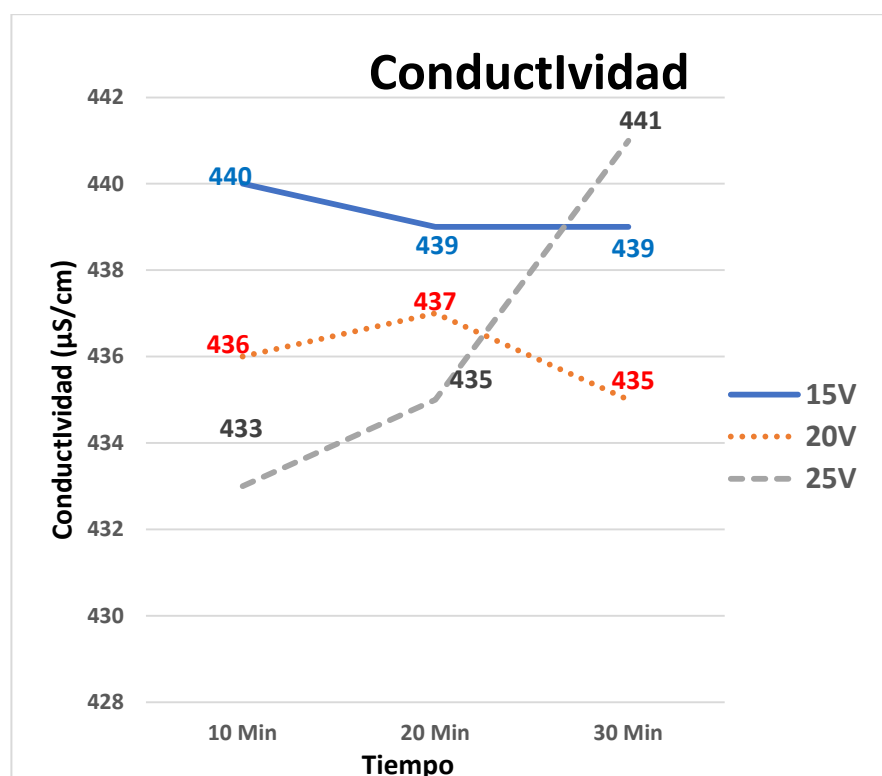
En la figura 24 se aprecia en lo general que el pH se acerca a 7 luego del tratamiento, El valor mínimo encontrado fue de 7.00 y el valor máximo encontrado fue 7.25.



**Figura 25.** Resultados de temperatura usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca según el voltaje (15V; 20V; 25V)

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

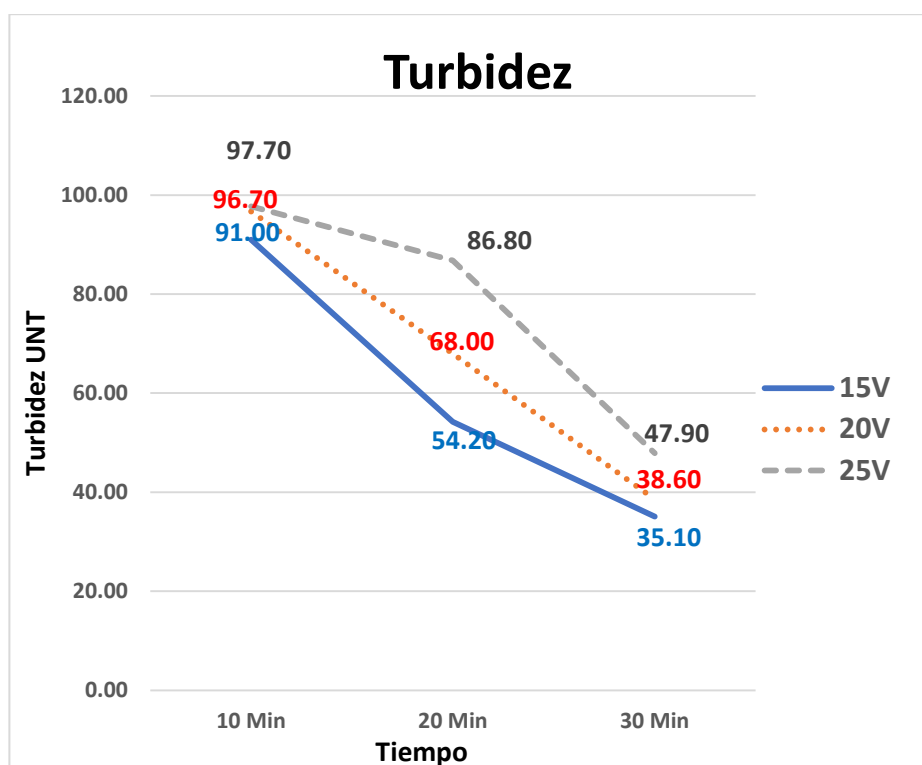
En la figura 25 se observa que no presenta una variación notable la temperatura del medio acuoso durante el tratamiento con electromicronano. El valor mínimo encontrado fue 19.8 °C. y el valor máximo encontrado fue 20.5 °C.



**Figura 26.** Resultados de conductividad usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca según el voltaje (15V; 20V; 25V)

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

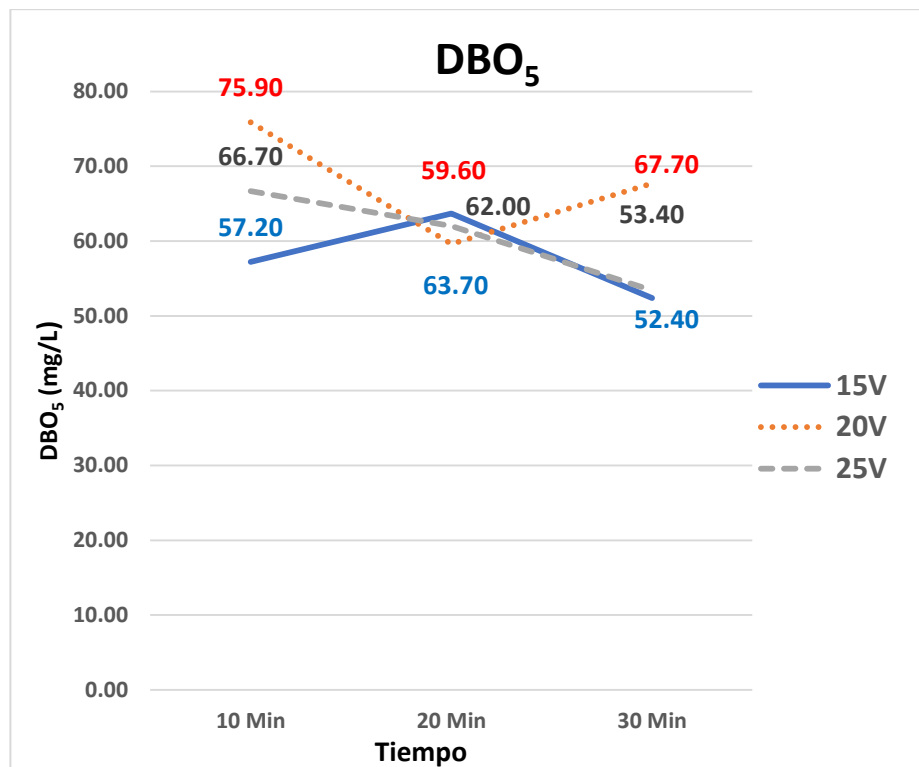
En la figura 26 se observa que la conductividad de las muestras tratadas presenta una disminución en 30 minutos aplicando los voltajes 15V y 20V mientras que aplicando 25V a mayor tiempo se evidencia el aumento de conductividad. El valor mínimo encontrado fue de 433  $\mu\text{S/cm}$  y el valor máximo encontrado fue 441  $\mu\text{S/cm}$ .



**Figura 27.** Resultados de turbidez usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca según el voltaje (15V; 20V; 25V)

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

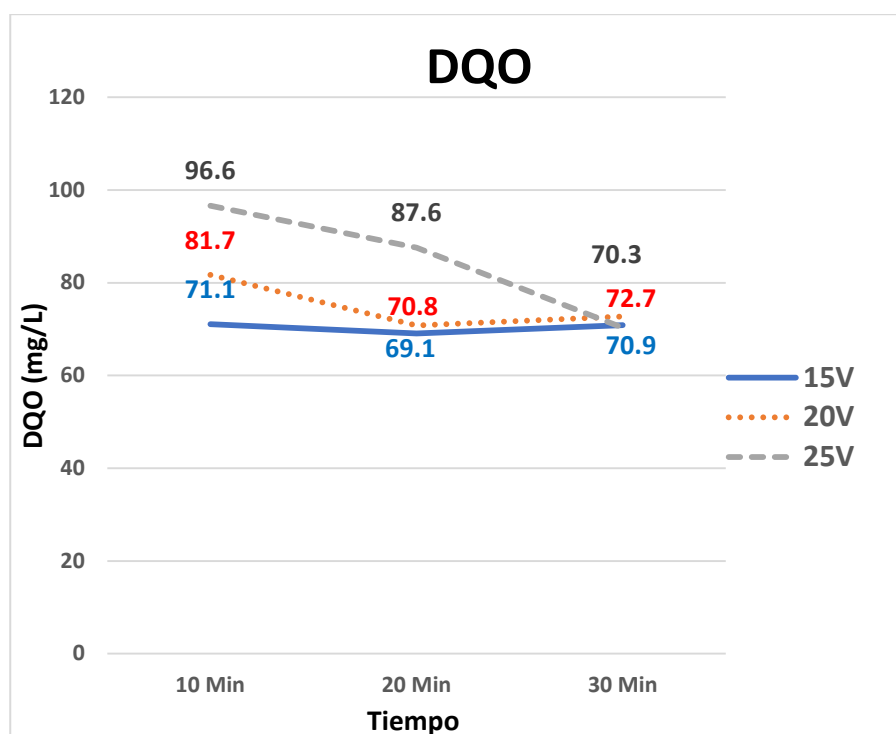
Para la turbidez en la figura 27 se observa que a mayor tiempo de la aplicación del voltaje (15V, 20V, 25V) se produce mayor desestabilización de sólidos. El valor mínimo encontrado de turbidez fue 35.10 UNT y el valor máximo encontrado fue 97.70 UNT.



**Figura 28.** Resultados de  $\text{DBO}_5$  usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca según el voltaje (15V; 20V; 25V)

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

En la figura 28 demuestra que aplicando 15V en 30 Minutos se obtuvo mayor reducción de  $\text{DBO}_5$  usando la combinación de electrodos Acero Inoxidable –Alpaca. El valor mínimo encontrado fue 52.40 mg/L y el valor máximo encontrado fue 75.90 mg/L.



**Figura 29.** Resultados de DQO usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca según el voltaje (15V; 20V; 25V)

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

En la figura 29 demuestra al aplicar 25V a mayor tiempo disminuye el DQO. El valor mínimo encontrado fue 70.3mg/L en 25V en 30 minutos y el valor máximo encontrado fue 96.6 mg/L.

### 3.2.3. Eficiencia de tratamiento con Electromicronano

Para medir la eficiencia de tratamiento con el uso de Electromicronano como % de remoción se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Remoción (C)} = \frac{C_{\text{Inicial}} - C_{\text{Final}}}{C_{\text{Final}}} \times 100$$

Como resumen de la eficiencia usando los electrodos se observa en la tabla 7 y 8.

**Tabla 7.** Eficiencia de tratamiento con Electromicronano usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón.

Voltaje (V)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	EF %	DQO (mg/L)	EF %	Turbidez UNT	EF %	Conductividad (μS/cm)	EF %	PH	EF %
Muestra										
Inicial	144.5		179.7		132		468.00		8.32	
15	51.1	64.63	70.5	60.76	56.20	57.42	436	6.83	6.90	17.01
20	45.4	68.58	70.9	60.54	37.90	71.28	434	7.26	7.00	15.86
25	45.6	68.44	71.5	60.20	39.60	70	435	7.05	7.00	15.86

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

Se observa en la tabla 7, el tratamiento con Electromicronano usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón, presenta mayor porcentaje de remoción en la turbidez 71.28 %, en DBO<sub>5</sub> 68.58%, y en, DQO 60.76%, en cuanto a la conductividad removi6 en un 7.26% y el pH se encuentra en el rango neutro.

**Tabla 8.** Eficiencia de tratamiento con Electromicronano los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca.

Voltaje (V)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	EF %	DQO (mg/L)	EF %	Turbidez UNT	EF %	Conductividad (μS/cm)	EF %	PH	EF %
Muestra										
Inicial	144.5		179.7		132		468.00		8.32	
15	52.4	63.73	70.9	60.54	35.10	73.40	439	6.19	7.00	15.86
20	59.6	58.75	70.8	60.60	38.60	70.75	435	7.05	7.12	14.42
25	53.4	63.04	70.3	60.87	47.90	63.71	433	7.47	7.04	15.38

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

Se observa en la tabla 8, el tratamiento con Electromicronano usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca, presenta mayor porcentaje de remoci6n en la turbidez 73.40 %, en DBO<sub>5</sub> 63.73%, y en, DQO 60.87%, en cuanto a la conductividad removi6 en un 7.47% y el pH se encuentra en el rango neutro.

### Eficiencia de tratamiento de la materia orgánica.

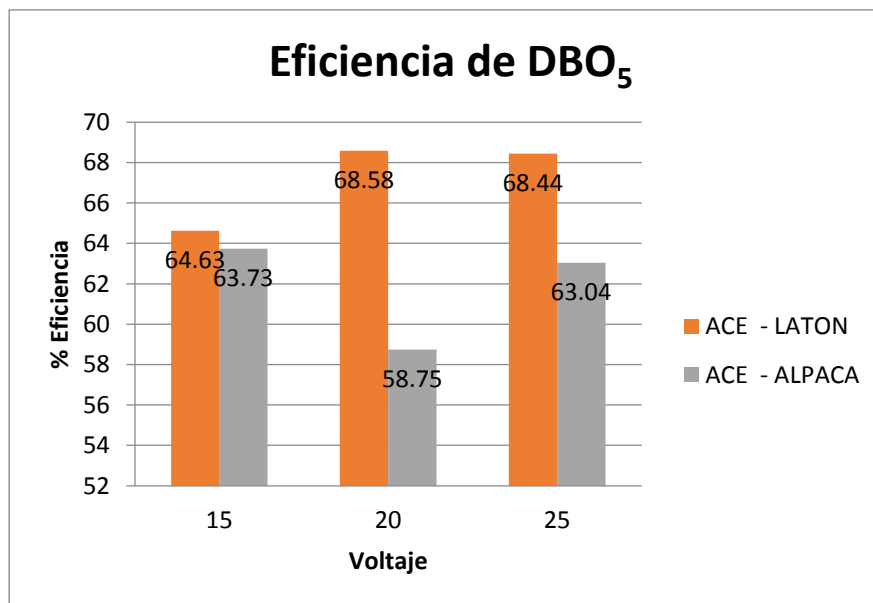
La eficiencia de tratamiento de materia orgánica se evaluó según los parámetros de DBO<sub>5</sub> y DQO.

Para medir la eficiencia de tratamiento con el uso de Electromicronano en DBO<sub>5</sub> como % de remoción se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Remoción (DBO}_5) = \frac{\text{DBO}_5 \text{ Inicial} - \text{DBO}_5 \text{ Final}}{\text{DBO}_5 \text{ Final}} \times 100$$

Para medir la eficiencia de tratamiento con el uso de Electromicronano en DQO como % de remoción se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Remoción (DQO)} = \frac{\text{DQO Inicial} - \text{DQO Final}}{\text{DQO Final}} \times 100$$

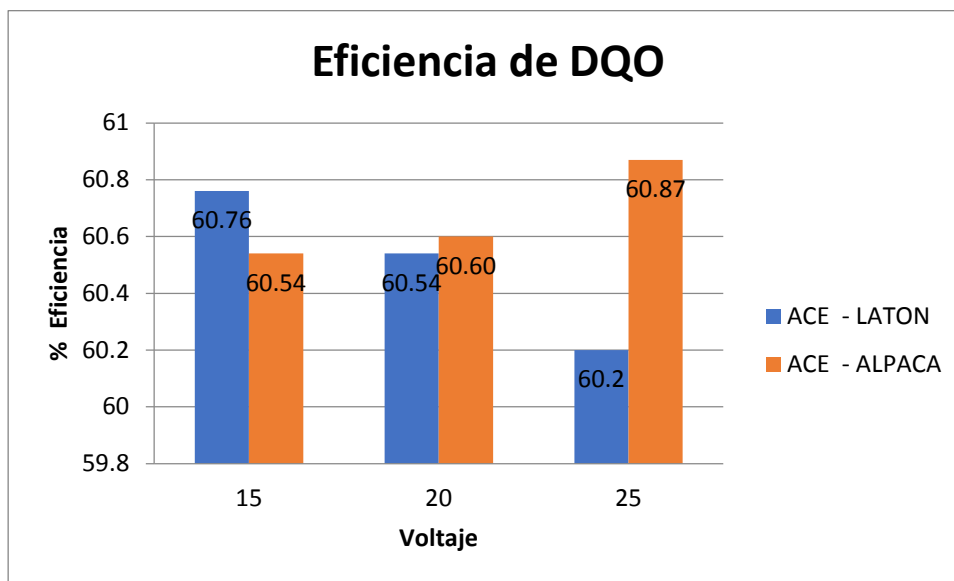


**Figura 30.** Eficiencia de DBO<sub>5</sub> usando los electrodos.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

Se observa en la figura 30 el tratamiento con electromanonano usando los electrodos de Acero Inoxidable – Latón representa mayor porcentaje de remoción de DBO<sub>5</sub> con un valor de 68.58 % en el voltaje 20, mientras usando los electrodos de Acero Inoxidable –Alpaca presenta un valor de 63.73% en el voltaje 15.





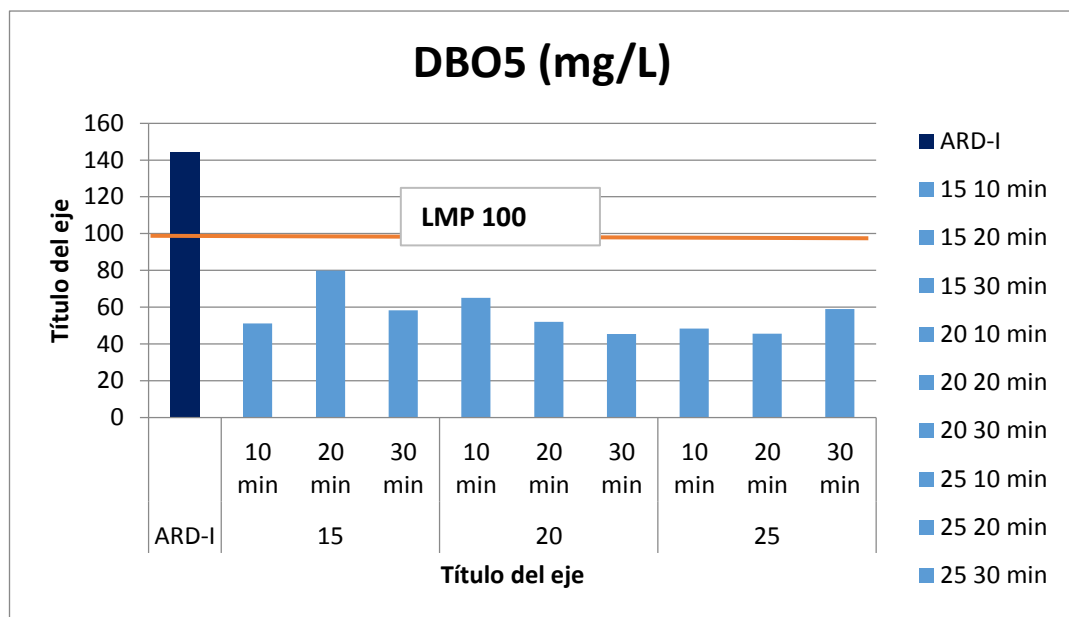
**Figura 31.** Eficiencia de DQO los electrodos.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

Se observa en la figura 31 el tratamiento con electromicronano usando los electrodos de Acero Inoxidable – Latón, se observa mayor porcentaje de remoción de DQO cuando está sometida a mayor voltaje obteniendo un valor de 60.8 %en el voltaje 30, mientras usando los electrodos de Acero Inoxidable –Alpaca en el voltaje 15 presenta un valor máximo de remoción de DQO 60.76%.

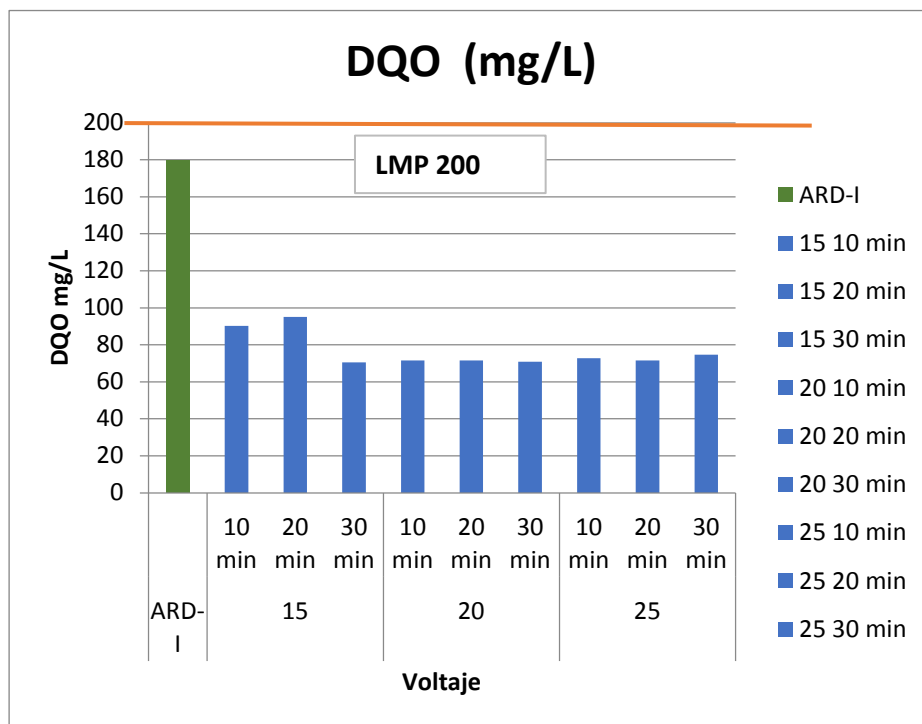
### 3.3. Comparación de parámetros (DBO5, DQO) con los límites máximos permisibles.

#### a) Tratamiento con Electromicronano usando los electrodos Acero Inoxidable - Latón



**Figura 32.** Resultados de Demanda bioquímica de oxígeno y LMP.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2017

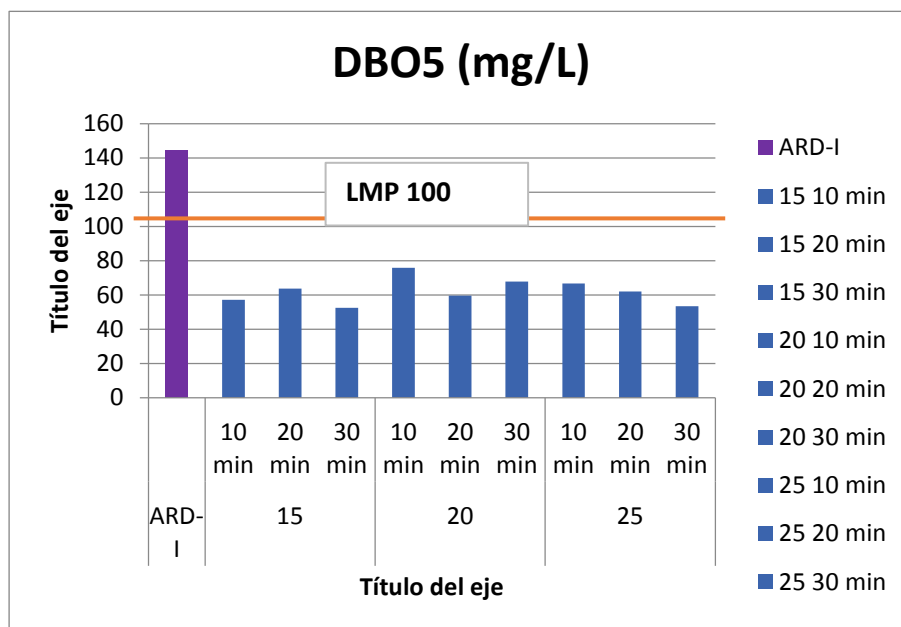
La figura 32 se observa lo siguiente, la muestra inicial ARD-I presenta un valor de 144.50 mg/L lo cual sobrepasa el LMP mientras que las muestras tratadas con Electromicronano usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón en los diferentes voltajes y tiempos de tratamiento cumple con límites máximos permisibles (100mg/L)



**Figura 33** Resultados de Demanda química de oxígeno y LMP.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2017

La figura 33 se observa lo siguiente, la muestra inicial ARD-I no sobrepasa el LMP (200 mg/L) y las muestras tratadas con Electromicronano usando los electrodos Acero Inoxidable – Latón en los diferentes voltajes y tiempos de tratamiento están debajo de los límites máximos permisibles

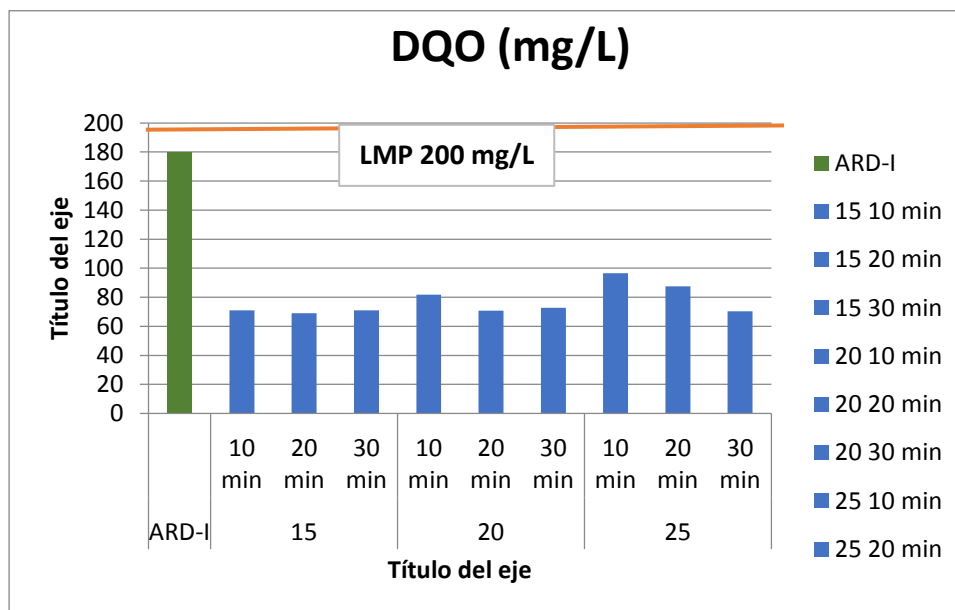
**b) Tratamiento con Electromicronano usando los electrodos Acero Inoxidable - Alpaca**



**Figura 34.**Resultados de Demanda bioquímica de oxígeno y LMP.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

La figura 34 se observa lo siguiente, la muestra inicial ARD-I sobrepasa el LMP con un valor de 144.50 mg\L mientras que las muestras tratadas con Electromicronano usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca en los diferentes voltajes y tiempos de tratamiento no sobrepasan los límites máximos permisibles



**Figura 35.** Resultados de Demanda bioquímica de oxígeno y LMP

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

La figura 35 se observa lo siguiente, la muestra inicial ARD-I no sobrepasa el LMP y las muestras tratadas con Electromicronano usando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca en los diferentes voltajes y tiempos de tratamiento cumple con límites máximos permisibles

### 3.4. Resultado de las características de las micronanoburbujas

La caracterización de las burbujas se realizó tanto para el tratamiento con electromicronano usando los electrodos de Acero Inoxidable – Latón y para Acero Inoxidable – Alpaca.

#### 3.4.1. Diámetro de las Micro-nanoburbujas en una gota

a) Diámetro de las Micro-nanoburbujas generadas con electrodos de Acero Inoxidable – Latón.

**Tabla 9.** Resultados del diámetro de las micro-nanoburbujas en una gota de muestra generadas con electrodos de Acero Inoxidable – Latón.

N°	Diámetro de Burbujas (µm)	N°	Diámetro de Burbujas (µm)
1	0.6	24	1
2	0.8	25	1
3	1.077	26	0.825
4	1.166	27	1.02
5	1.077	28	0.8
6	1.02	29	0.825
7	1	30	0.8
8	1.456	31	1.26
9	1.456	32	1.02
10	1.077	33	0.725
11	1.02	34	1.077
12	1.265	35	0.825
13	1.342	36	1.077
14	1.077	37	1.709
15	1.265	38	1.077
16	1.414	39	1.077
17	1.265	40	1.02
18	1.217	41	0.6
19	0.8	42	0.625
20	1.342	43	0.632
21	1.077	44	0.566
22	1.217	45	0.632
23	0.8	46	0.85
<b>Promedio de diámetro</b>			<b>1.018956522</b>

Fuente: Elaboración propia, 2017

El diámetro promedio de las burbujas generadas con electrodos de Acero Inoxidable - Latón es de 1,018 µm.

**c) Diámetro de las Micro-nanoburbujas generadas con electrodos de Acero Inoxidable –Alpaca.**

**Tabla 10.** Resultados de la cantidad de microburbujas en una gota de muestra generadas con electrodos de Acero Inoxidable – Alpaca.

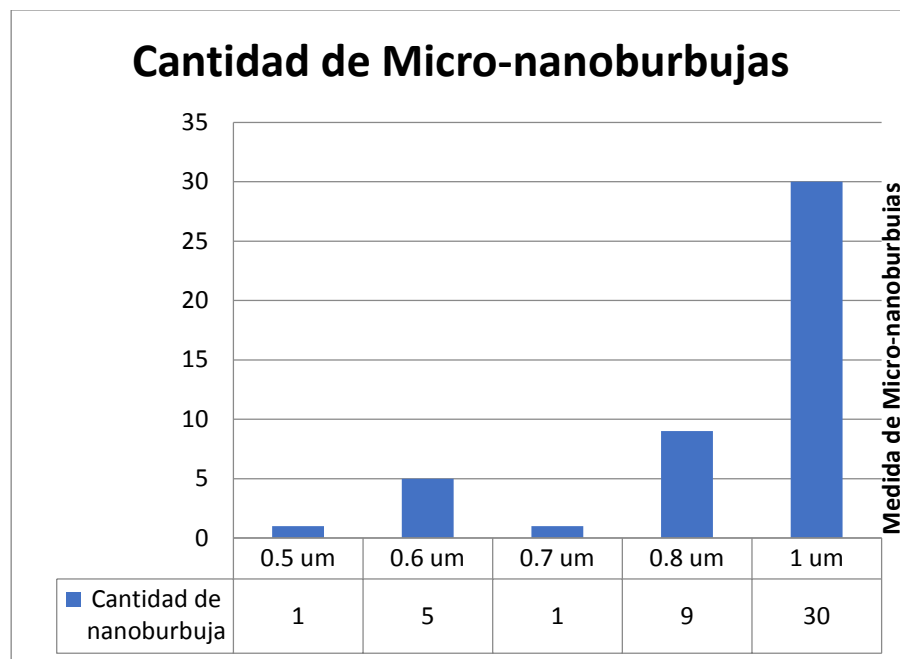
N°	Diámetro de Burbujas (µm)	N°	Diámetro de Burbujas (µm)
1	0.6	25	0.632
2	0.632	26	0.632
3	0.6	27	0.721
4	0.825	28	1.709
5	0.6	29	0.721
6	0.6	30	0.721
7	0.894	31	0.849
8	0.8	32	0.632
9	0.8	33	0.721
10	1.077	34	0.632
11	0.894	35	0.721
12	0.8	36	0.825
13	0.8	37	0.825
14	1.02	38	1
15	0.894	39	0.825
16	0.632	40	0.825
17	0.721	41	0.721
18	0.894	42	0.825
19	0.6	43	0.721
20	0.8	44	1.166
21	0.825	45	0.566
22	1	46	0.6
23	1.166	47	0.8
24	1	48	0.825
<b>Promedio de diámetro</b>			<b>0.806020833</b>

Fuente: Elaboración propia, 2017

El diámetro promedio de las burbujas generadas con electrodos de Acero Inoxidable - Latón es de 8.06  $\mu\text{m}$ .

### 3.4.2. Cantidad de Micro-nanoburbujas en una gota

a) Cantidad de Micro-nanoburbujas en una gota generada con electrodos de acero inoxidable - latón.

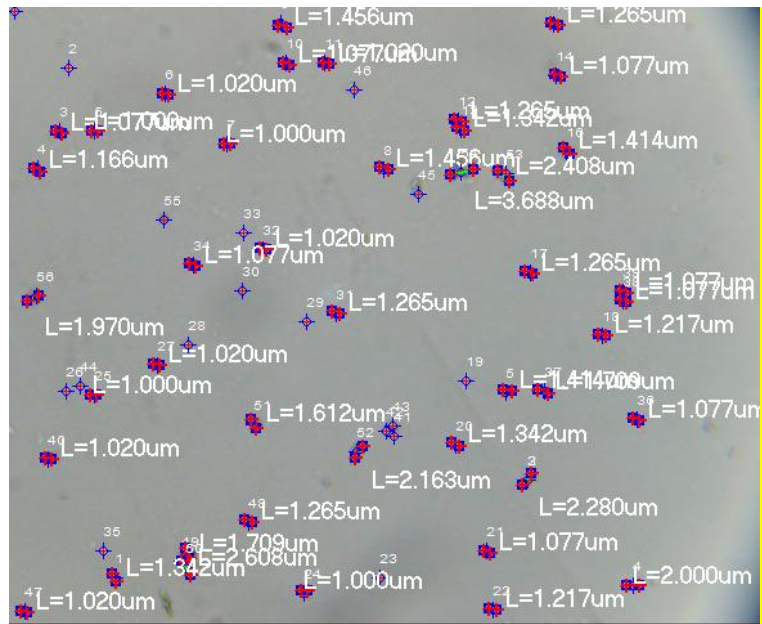


**Figura 36.** Cantidad de Micro-nanoburbujas en una gota de muestra generada con electrodos de Acero inoxidable - Latón.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

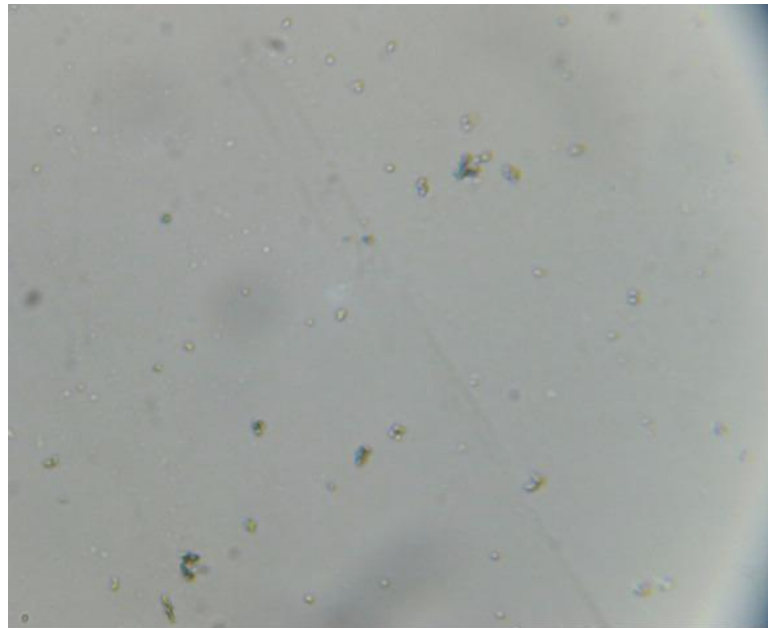
Los datos mostrados en la figura 36 nos representa la cantidad de Micro-nanoburbuja según la medida, 5 tienen una medida de 1 $\mu\text{m}$ , 9 miden 0.8 $\mu\text{m}$ , 5 miden 0.6 $\mu\text{m}$ , 1 mide 0.7 $\mu\text{m}$  y 1 mide 0.5 $\mu\text{m}$ , obteniendo un total de 46 Micro-nanoburbujas en una gota de muestra generada con electrodos de Acero inoxidable - Latón





**Figura 37.** Cantidad y medida de las micro-nanoburbujas en una gota de muestra generada con electrodos de Acero Inoxidable - Latón.

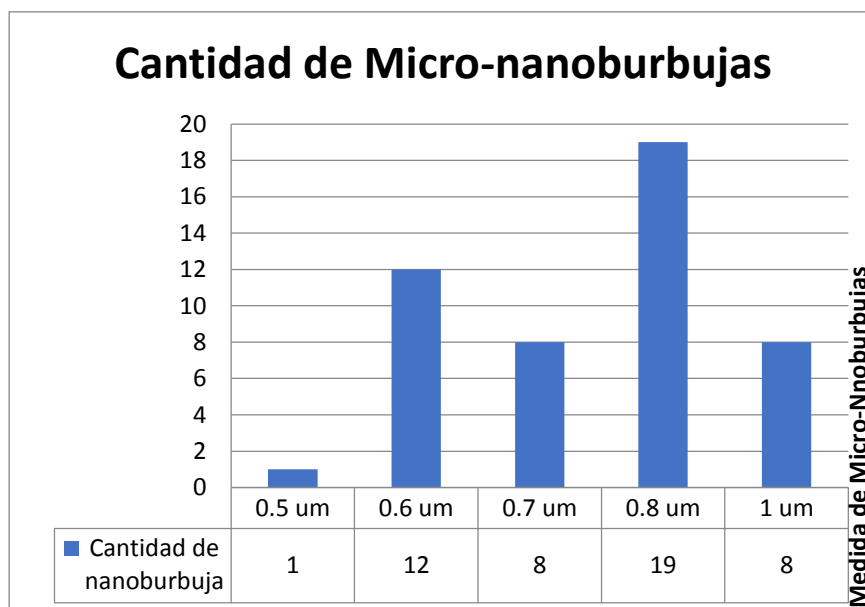
**Fuente:** Elaboración propia, 2017



**Figura 38.** Micro-nanoburbujas sin medida en una gota de muestra generada con electrodos de Acero Inoxidable - Alpaca.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

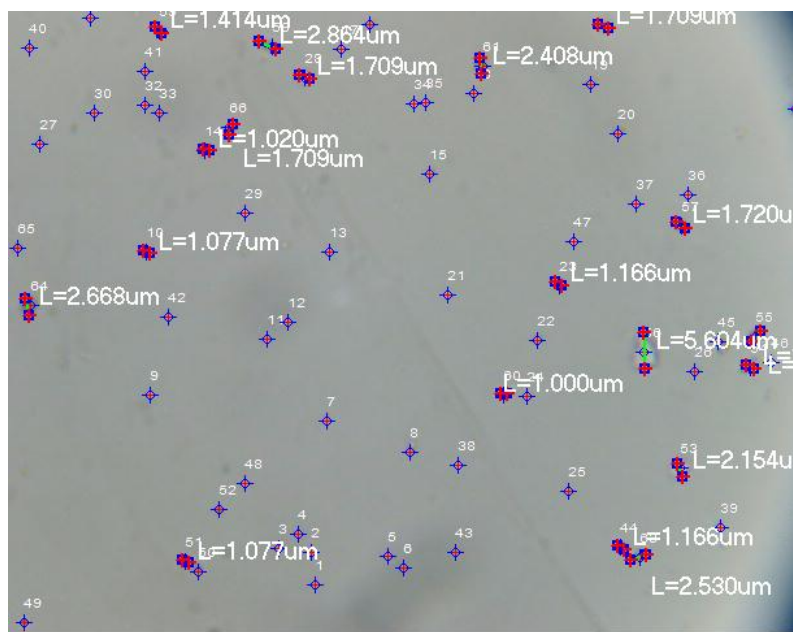
**b) Cantidad de Micro-nanoburbujas en una gota generada con electrodos de Acero Inoxidable - Alpaca.**



**Figura 39.** Cantidad de Micro-nanoburbujas en una gota de muestra generada con electrodos de Acero Inoxidable - Alpaca.

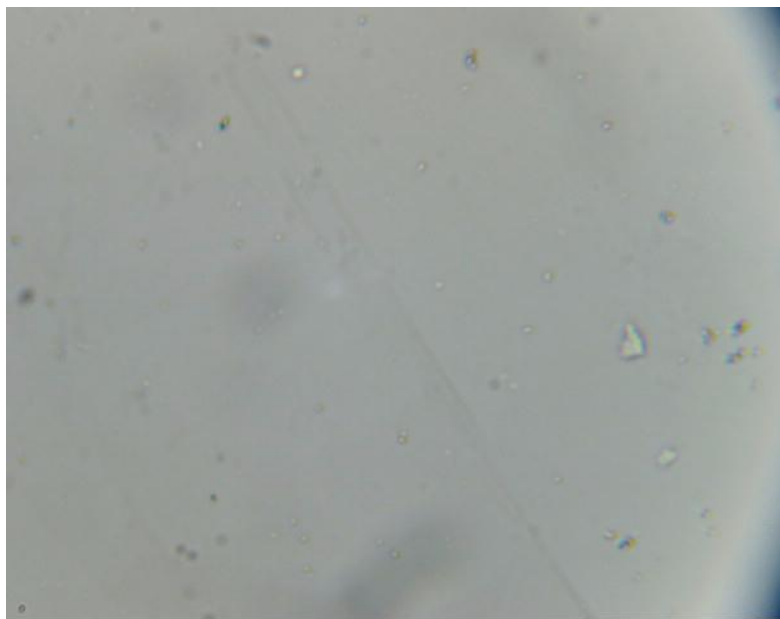
**Fuente:** Elaboración propia, 2017

Los datos mostrados en la figura 39 nos representa la cantidad de Micro-nanoburbuja según la medida, 5 tienen una medida de 1 $\mu$ m, 9 miden 0.8  $\mu$ m, 5 miden 0.6  $\mu$ m, 1 mide 0.7  $\mu$ m y 1 mide 0.5  $\mu$ m, obteniendo un total de 48 Micro-nanoburbujas en una gota de muestra generada con electrodos de Acero Inoxidable - Latón



**Figura 40.** Cantidad y medida de las Micro-nanoburbujas en una gota de muestra generada con electrodos de Acero Inoxidable - Alpaca.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017



**Figura 41.** Micro-nanoburbujas en una gota de muestra generada con electrodos de Acero Inoxidable - Alpaca.

**Fuente:** Elaboración propia, 2017

### 3.5. Contrastación de la Hipótesis

#### A. PRUEBA DE NORMALIDAD

La prueba de normalidad determina si la distribución es normal o no.

##### Hipótesis específica 1

H1. Los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domesticas utilizando electrodos de acero inoxidable y de Latón a nivel de laboratorio no se ajusta a una distribución normal.

Ho. Los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales utilizando electrodos de acero inoxidable y de Latón a nivel de laboratorio se ajusta a una distribución normal.

#### DBO5

##### a) Para el Voltaje

**Tabla 11.** Prueba de normalidad para del DBO5 para el voltaje.

Pruebas de normalidad							
	VOLTAJE	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DBO5	15,00	,292	3	.	,924	3	,46
	20,00	,252	3	.	,965	3	,64
	25,00	,310	3	.	,899	3	,38
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

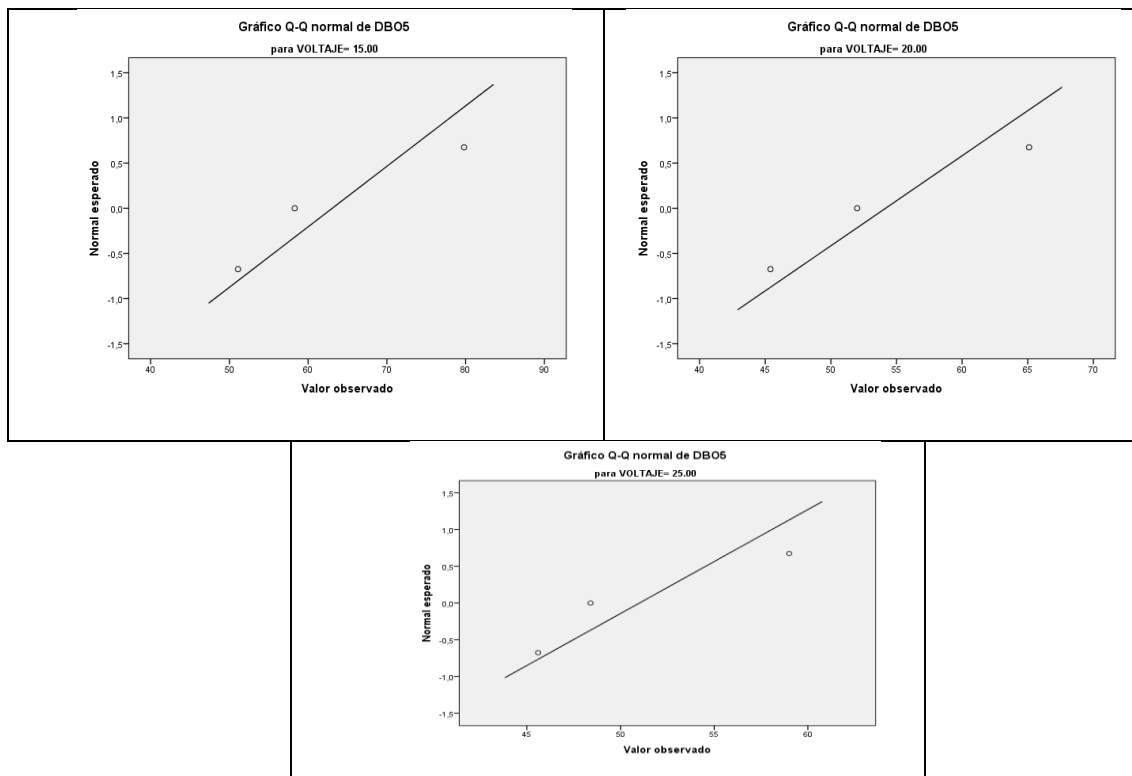
Si  $P\text{value} > \alpha=0.05$  no se rechaza  $H_0$

Si  $P\text{value} < \alpha=0.05$  Se rechaza  $H_0$

La figura 42 nos señala lo ajustado que se encuentra los datos a la distribución normal, La línea negra inclinada representa la distribución normal y los círculos la distribución de los datos de la muestra a un voltaje de 15, 20 y 25 voltios. Para decir que los datos se comportan conforme a la normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible). en este caso como el p-value es menor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces se no rechaza  $H_0$ , los datos se ajustan a una distribución normal, se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

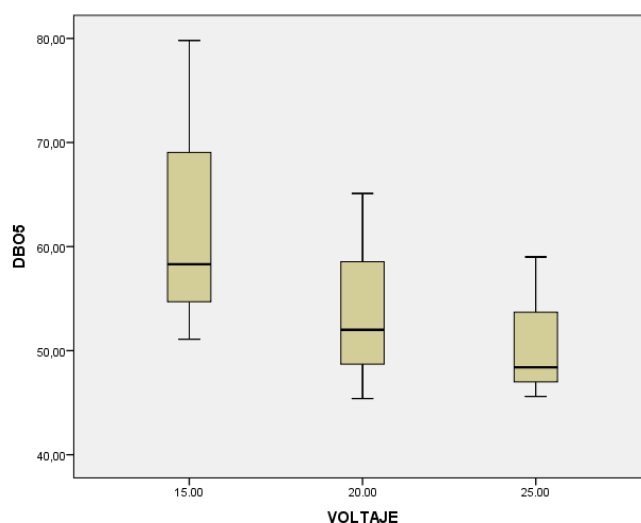
La figura 43 mediante el diagrama de cajas también nos muestra la distribución no normal de manera.

**Figura 42.**Gráfico de normalidad de DBO5 para el voltaje.



**Fuente:** Procesamiento de datos *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

**Figura 43.** Diagrama de cajas de normalidad de DBO5 para el voltaje.



**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

## b) Para el Tiempo

**Tabla 12.** Prueba de normalidad para del DBO5 para el tiempo.

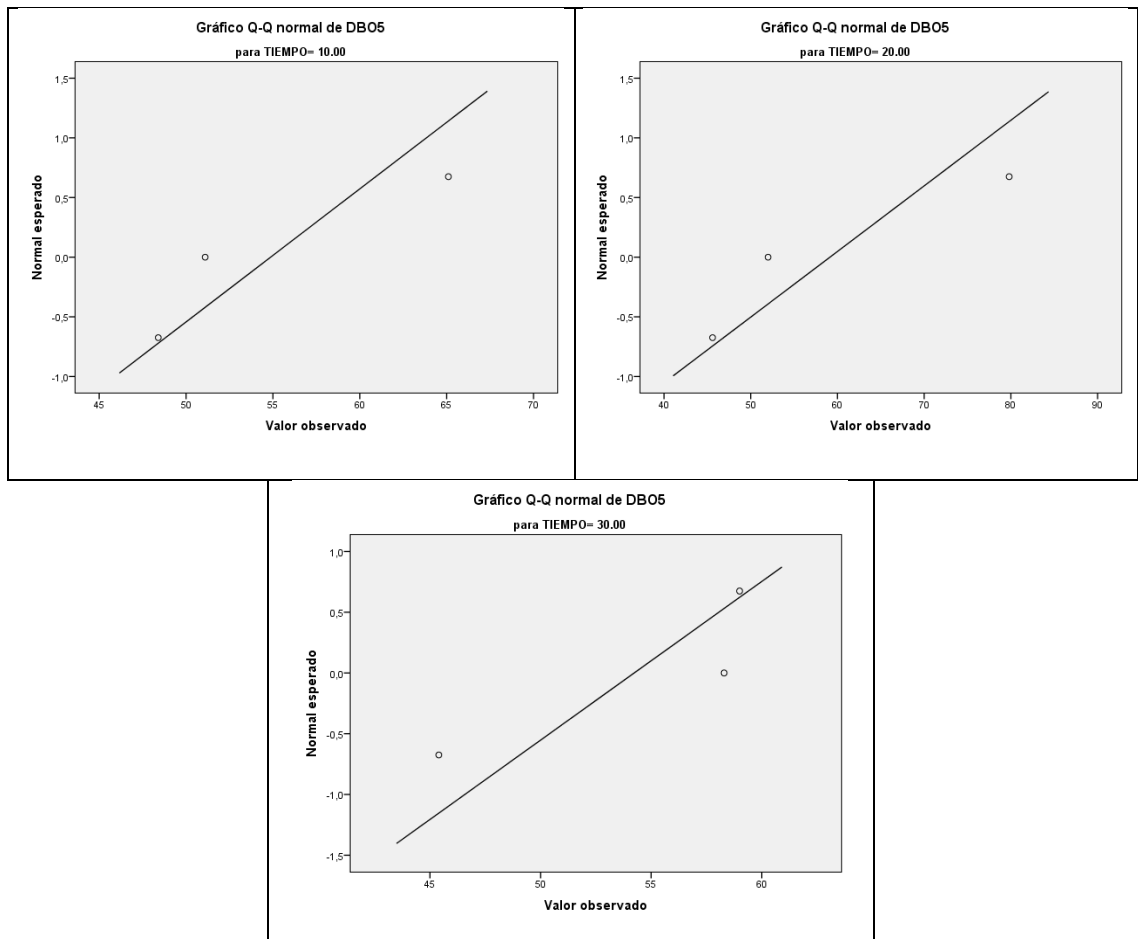
Pruebas de normalidad							
	TIEMPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DBO5	10,00	,329	3	.	,868	3	,289
	20,00	,319	3	.	,885	3	,338
	30,00	,369	3	.	,788	3	,087
a. Corrección de significación de Lilliefors							

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

La figura 44, nos señala lo ajustado que se encuentra los datos a la distribución normal, La línea negra inclinada representa la distribución normal y los círculos la distribución de los datos de la muestra a tiempo 10, 20 y 30 minutos. Para decir que los datos se comportan conforme a la

normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible). En este caso como el p-value es menor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces se no se rechaza  $H_0$ , los datos se ajustan a una distribución normal, se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

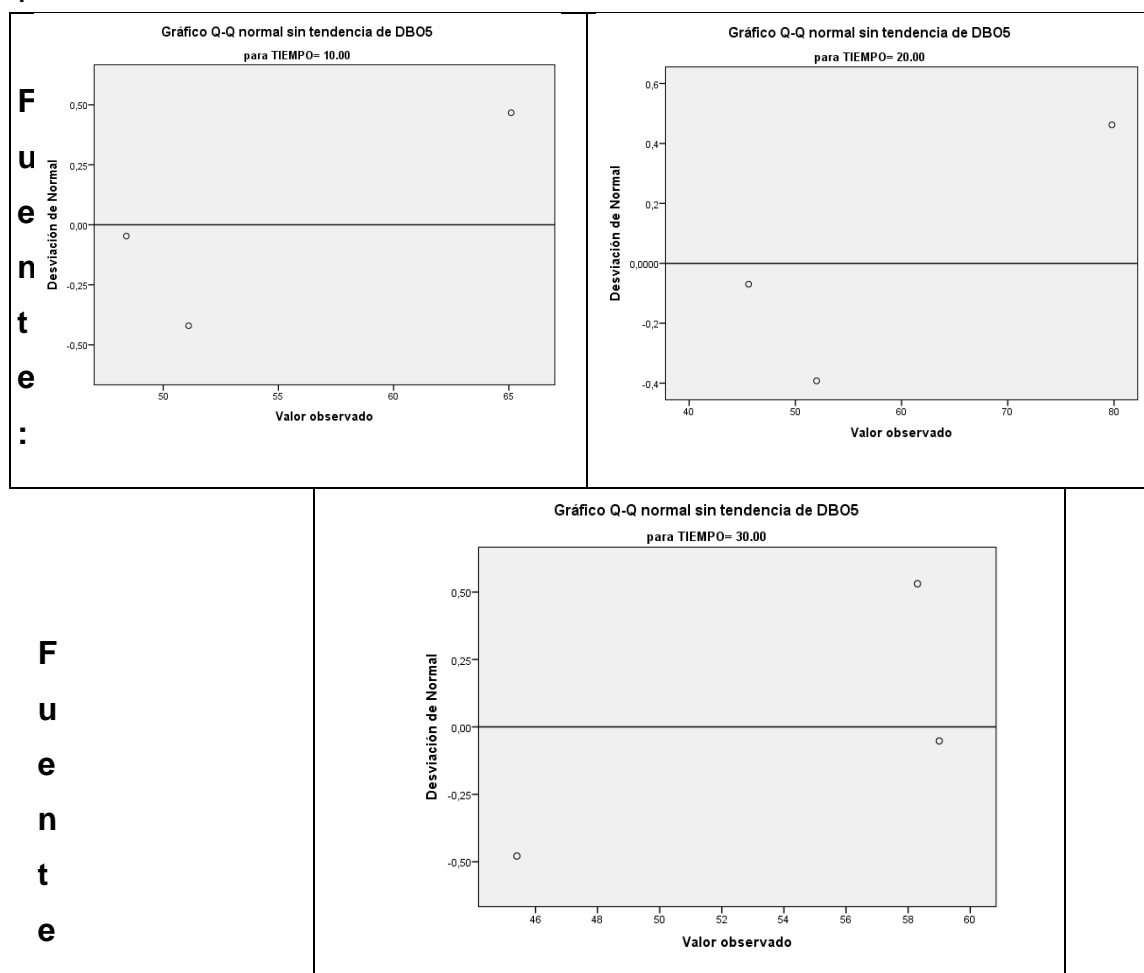
**Figura 44.** Gráfico de normalidad de DBO5 para el tiempo.



**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

La figura 45 también nos muestra la distribución no normal ya que La línea negra horizontal representa la distribución normal y los círculos la distribución de los datos de las muestras de tiempo 10, 20 y 30 minutos. Para decir que los datos se comportan conforme a la normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible). En este caso como el p-value es menor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces se rechaza  $H_0$ .

**Figura 45.** Gráfico de normalidad de DBO5 para el tiempo



Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*



### c) Conductividad Eléctrica

**Tabla 13.** Resumen de proceso de la prueba de normalidad para del DBO5 para Conductividad Eléctrica.

Resumen de procesamiento de casos							
	CE	Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DBO5	434,00	2	100,0%	0	0,0%	2	100,0%
	435,00	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%
	436,00	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	438,00	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%
	456,00	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%
	458,00	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2017

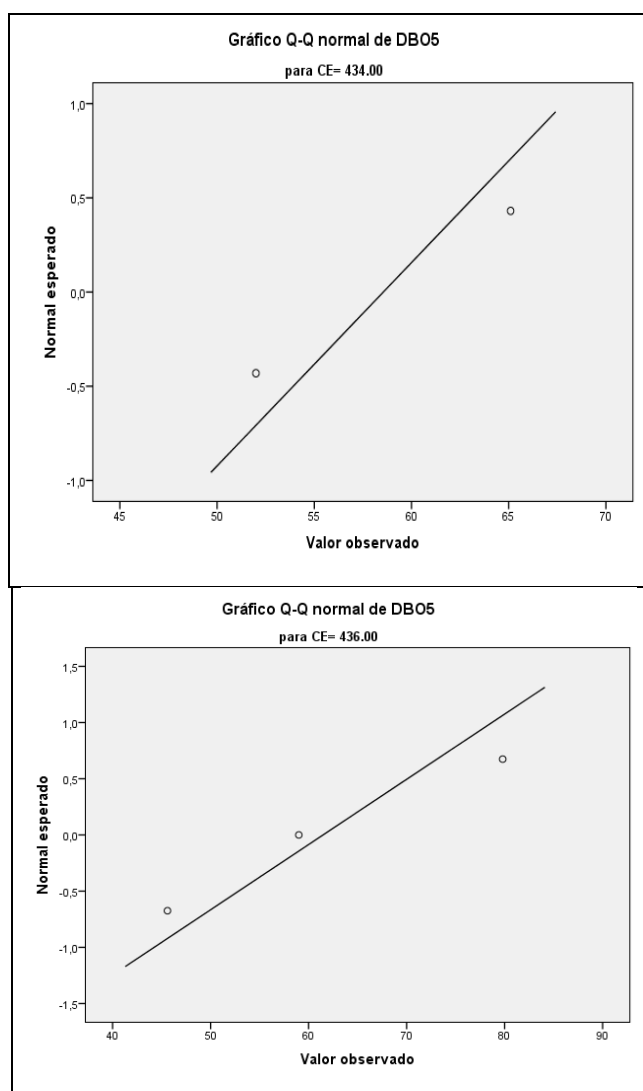
**Tabla 14.** Prueba de normalidad para del DBO5 para Conductividad Eléctrica.

Pruebas de normalidad <sup>b,c,d,e</sup>							
	CE	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DBO5	434,00	,260	2	.			
	436,00	,224	3	.	,985	3	,763
a. Corrección de significación de Lilliefors							
b. DBO5 es constante cuando CE = 435,00. Se ha omitido.							
c. DBO5 es constante cuando CE = 438,00. Se ha omitido.							
d. DBO5 es constante cuando CE = 456,00. Se ha omitido.							
e. DBO5 es constante cuando CE = 458,00. Se ha omitido.							

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2017

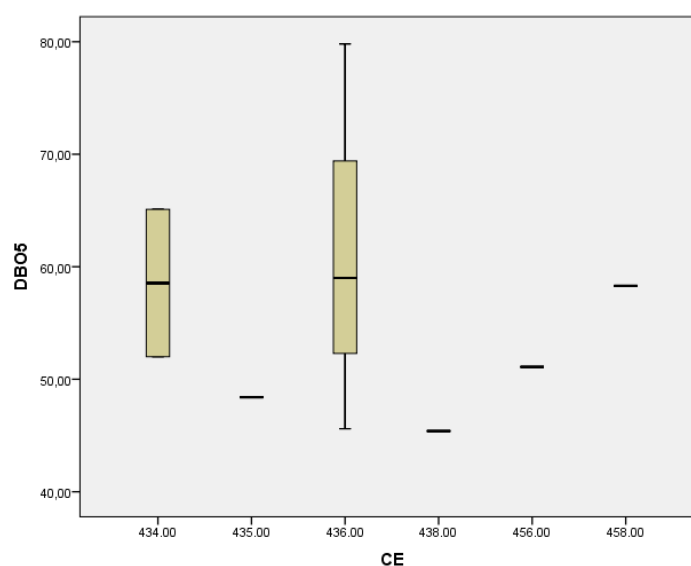
La figura 46, nos señala lo ajustado que se encuentra los datos a la distribución normal. La línea negra inclinada representa la distribución normal y los círculos la distribución de los datos de las muestras de CE 434 y 436  $\mu\text{S/cm}$ . Para decir que los datos se comportan conforme a la normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible). En este caso como el p-value es mayor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces se no rechaza  $H_0$ , los datos se ajustan a una distribución normal, se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

**Figura 46.** Gráfico de normalidad de DBO5 para CE 434 y 436  $\mu\text{S/cm}$ .



**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

**Figura 47.** Diagrama de cajas de normalidad de DBO5 para el CE 434 y 436  $\mu\text{S/cm}$ .



**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

El Diagrama de cajas también nos muestra la distribución normal de manera gráfica.

**d) Para la Turbidez**

**Tabla 15.** Prueba de normalidad para del DBO5 para la turbidez.

Pruebas de normalidad <sup>a,b,c,d,e,f,g,h,i</sup>		
a.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 37,90.	Se ha omitido.
b.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 39,60.	Se ha omitido.
c.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 53,20.	Se ha omitido.
d.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 56,20.	Se ha omitido.
e.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 58,60.	Se ha omitido.
f.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 60,20.	Se ha omitido.
g.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 88,90.	Se ha omitido.
h.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 120,00.	Se ha omitido.
i.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 190,00.	Se ha omitido.

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

### **En resumen para el DBO5**

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue >  $\alpha=0.05$  no se rechaza  $H_0$

Si Pvalue <  $\alpha=0.05$  Se rechaza  $H_0$

De los resultados de significancia de los parámetros para DBO5 se obtiene lo siguiente:

**Tabla 16.** Resultados de significancia de los parámetros para DBO5 utilizando electrodos de acero inoxidable y de Latón.

Parámetro	Unidad de medida	Sig.	Normalidad	Prueba
Voltaje	15,00	,465	Normal	T-student
	20,00	,640	Normal	T-student
	25,00	,381	Normal	T-student
Tiempo	10,00	,289	Normal	T-student
	20,00	,338	Normal	T-student
	30,00	,087	Normal	T-student
CE	436,00	,763	Normal	T-student
Turbidez	-	-		

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

Como el p-value es mayor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, entonces se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

### **DQO**

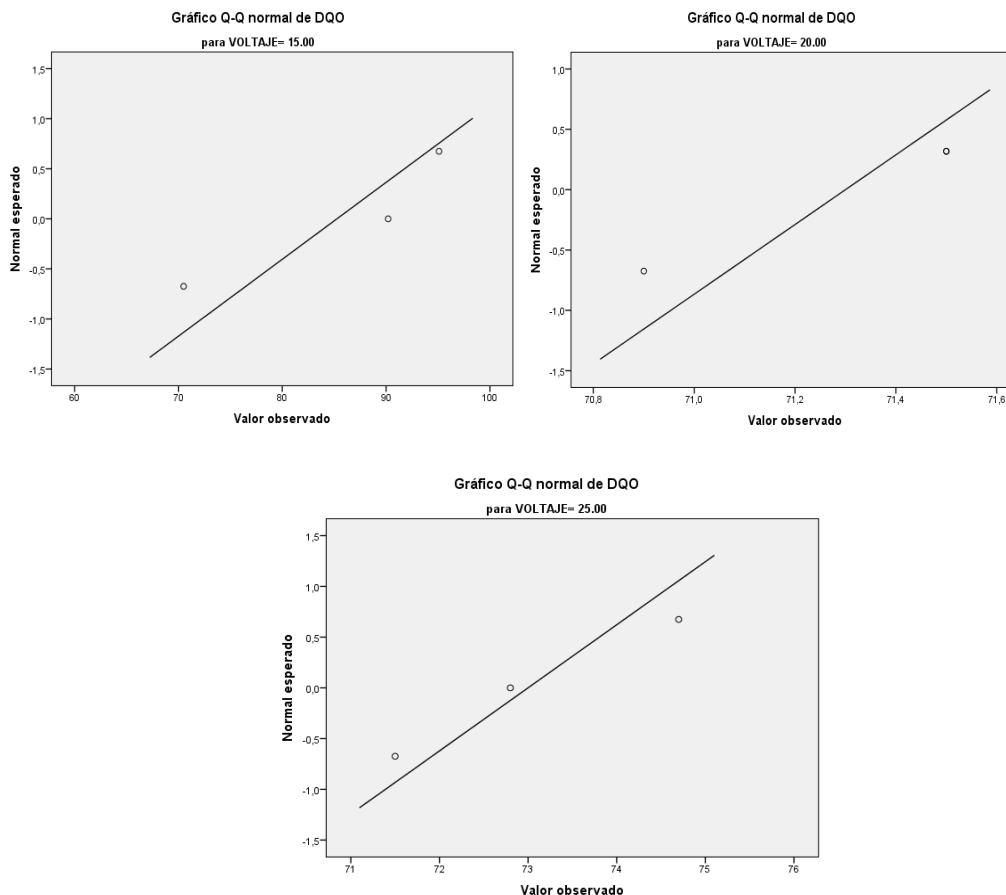
#### **a) Para el Voltaje**

**Tabla 17.** Prueba de normalidad del DQO para el voltaje.

Pruebas de normalidad							
	VOLTA	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	JE	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DQO	15,00	,314	3	.	,892	3	,362
	20,00	,385	3	.	,750	3	,000
	25,00	,216	3	.	,988	3	,794
a. Corrección de significación de Lilliefors							

En la tabla 48 , Como el p-value para el voltaje 15 y 25 es mayor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, entonces se puede concluir que los datos son **paramétricos**, en el caso del el voltaje 20 el p-value es menor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces el datos se ajustan a una distribución no normal, entonces se puede concluir que el dato no es **paramétricos**

**Figura 48.** Gráfico de normalidad del DQO para el voltaje



Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

b) Para el Tiempo

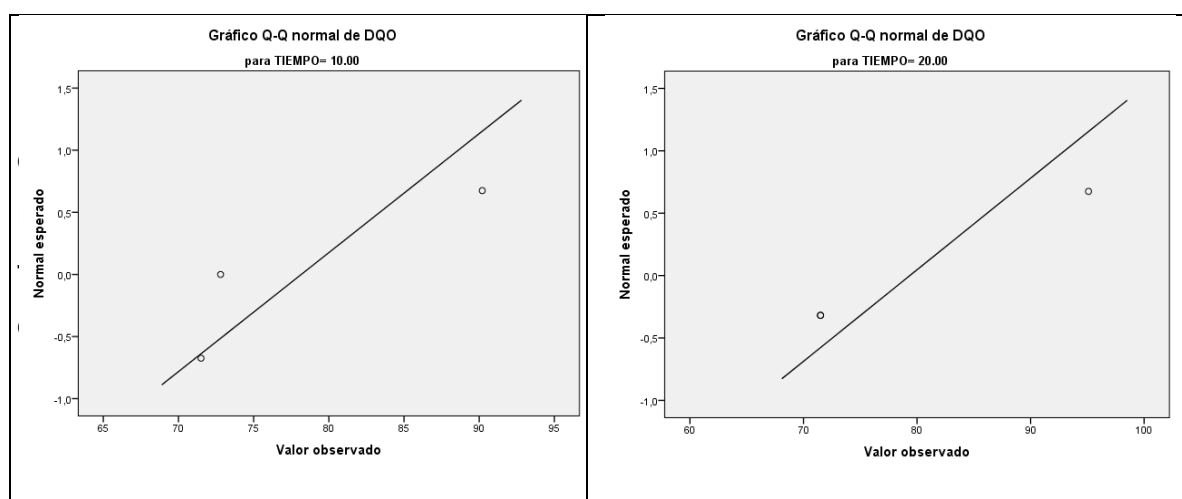
**Tabla 18.** Prueba de normalidad del DQO para el tiempo.

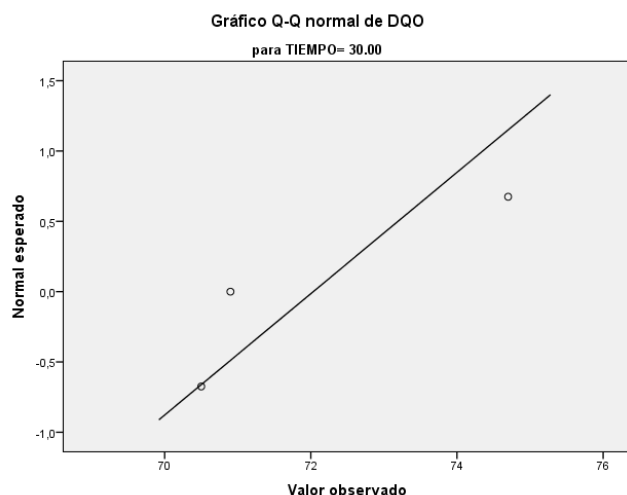
Pruebas de normalidad							
TIEMPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			Sig.
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
10,00	,363	3	.	,802	3	,119	
20,00	,385	3	.	,750	3	,000	
30,00	,354	3	.	,821	3	,165	
a. Corrección de significación de Lilliefors							

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2017

En la tabla 20 , Como el p-value para el tiempo de 10 y 30 minutos es mayor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, entonces se puede concluir que los datos son **paramétricos**, en el caso del tiempo de 20 minutos el p-value es menor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces el datos se ajustan a una distribución no normal, entonces se puede concluir que el dato no es **paramétricos**

**Figura 49.** Gráfico de normalidad del DQO para el tiempo.





Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

### c) Para la Conductividad Eléctrica

**Tabla 19.** Prueba de normalidad del DQO para la CE 436,00.

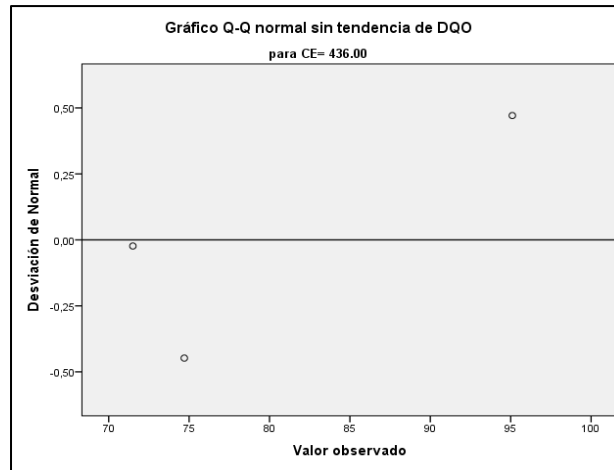
Pruebas de normalidad <sup>a,b,d,e,f</sup>							
	CE	Kolmogorov-Smirnov <sup>c</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	436,00	,340	3	.	,850	3	,239
a. DQO es constante cuando CE = 434,00. Se ha omitido.							
b. DQO es constante cuando CE = 435,00. Se ha omitido.							
c. Corrección de significación de Lilliefors							
d. DQO es constante cuando CE = 438,00. Se ha omitido.							
e. DQO es constante cuando CE = 456,00. Se ha omitido.							
f. DQO es constante cuando CE = 458,00. Se ha omitido.							

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

La figura 50, nos señala lo ajustado que se encuentra los datos a la distribución normal, La línea negra inclinada representa la distribución normal y los círculos la distribución de los datos de las muestras de CE 436  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Para decir que los datos se comportan conforme a la normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible). En este caso como el p-value es mayor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces

se no rechaza  $H_0$ , los datos se ajustan a una distribución normal, se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

**Figura 50.** Gráfico de normalidad del DQO para la CE 436,00.



**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

#### d) Para la Turbidez

**Tabla 20.** Prueba de normalidad del DQO para la turbidez.

Pruebas de normalidad <sup>a,b,c,d,e,f,g,h,i</sup>		
a.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 37,90.	Se ha omitido.
b.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 39,60.	Se ha omitido.
c.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 53,20.	Se ha omitido.
d.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 56,20.	Se ha omitido.
e.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 58,60.	Se ha omitido.
f.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 60,20.	Se ha omitido.
g.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 88,90.	Se ha omitido.
h.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 120,00.	Se ha omitido.
i.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 190,00.	Se ha omitido.

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*



### En resumen, para el DQO

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue >  $\alpha=0.05$  no se rechaza  $H_0$

Si Pvalue <  $\alpha=0.05$  Se rechaza  $H_0$

De los resultados de significancia de los parámetros se obtiene lo siguiente:

**Tabla 21.** Resultados de significancia de los parámetros para DQO utilizando electrodos de acero inoxidable y de Latón.

Parámetro	Unidad de medida	Sig.	Normalidad	Prueba
Voltaje	15,00	,362	Normal	T-student
	20,00	,000	No Normal	Wilcoxon
	25,00	,794	Normal	T-student
Tiempo	10,00	,119	Normal	T-student
	20,00	,000	No Normal	Wilcoxon
	30,00	,165	Normal	T-student
CE	436,00	,239	Normal	T-student
Turbidez	-	-		

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

Como el p-value tiene tanto para el voltaje como para el tiempo de tratamiento distribución normal y no normal, entonces se puede concluir que algunos datos son **paramétricos (con distribución normal)** y otros **no paramétricos (con distribución no normal)**.

## B. HOMOCEDASTICIDAD

**Tabla 22.** Prueba de homogeneidad de varianza utilizando electrodos de acero inoxidable y de Latón.

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
TIEMPO	,000	2	6	1,000
CE	11,513	2	6	,009
TURBIDEZ	3,462	2	6	,100
DBO5	1,226	2	6	,358
DQO	10,163	2	6	,012

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

**Tabla 23.** Prueba de ANOVA comparación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales utilizando electrodos de acero inoxidable y de Latón.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIEMPO	Entre grupos	,000	2	,000	,000	1,000
	Dentro de grupos	600,000	6	100,000		
	Total	600,000	8			
CE	Entre grupos	420,667	2	210,333	4,106	,075
	Dentro de grupos	307,333	6	51,222		
	Total	728,000	8			
TURBIDEZ	Entre grupos	2801,716	2	1400,858	,510	,625
	Dentro de grupos	16490,393	6	2748,399		
	Total	19292,109	8			
DBO5	Entre grupos	234,842	2	117,421	,943	,440
	Dentro de grupos	746,933	6	124,489		
	Total	981,776	8			
DQO	Entre grupos	348,429	2	174,214	3,034	,123
	Dentro de grupos	344,507	6	57,418		
	Total	692,936	8			

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

## Hipótesis específica 2

H1. Los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales utilizando electrodos de acero inoxidable y de Alpaca a nivel de laboratorio no se ajusta a una distribución normal.

Ho. Los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales utilizando electrodos de acero inoxidable y de Alpaca a nivel de laboratorio se ajusta a una distribución normal.

## DBO5

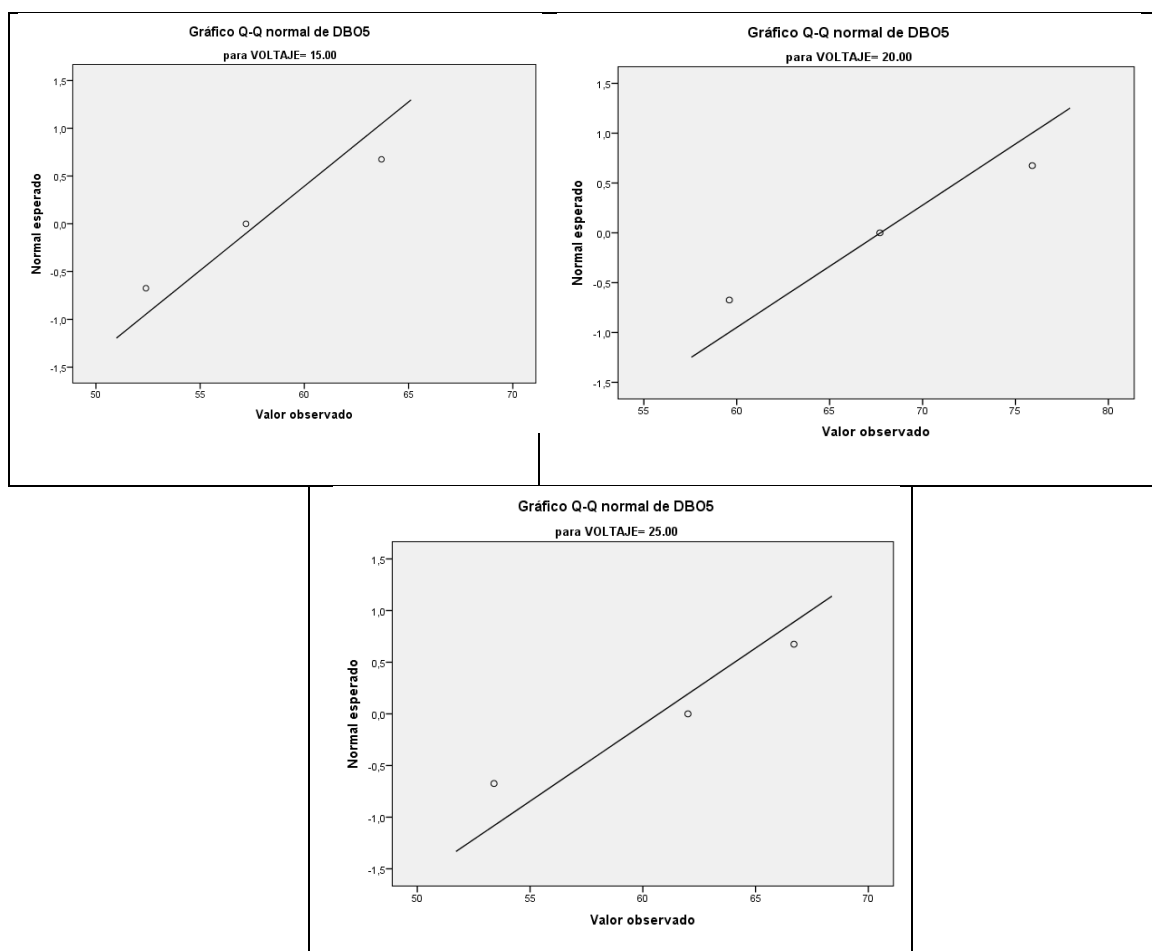
### e) Para el Voltaje

**Tabla 24.** Prueba de normalidad para del DBO5 para el voltaje.

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	VOLTAJE	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DBO5	15,00	,206	3	.	,993	3	,835
	20,00	,175	3	.	1,000	3	,993
	25,00	,243	3	.	,972	3	,680
a. Corrección de significación de Lilliefors							

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

La figura 51, nos señala lo ajustado que se encuentra los datos a la distribución normal, La línea negra inclinada representa la distribución normal y los círculos la distribución de los datos de la muestra a un voltaje de 15, 20 y 25 voltios. Para decir que los datos se comportan conforme a la normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible). en este caso como el p-value es menor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces se no rechaza Ho, los datos se ajustan a una distribución normal, se puede concluir que los datos son **paramétricos**.



**Figura 51.** Gráfico de normalidad de DBO5 para el voltaje.

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

**f) Para el Tiempo**

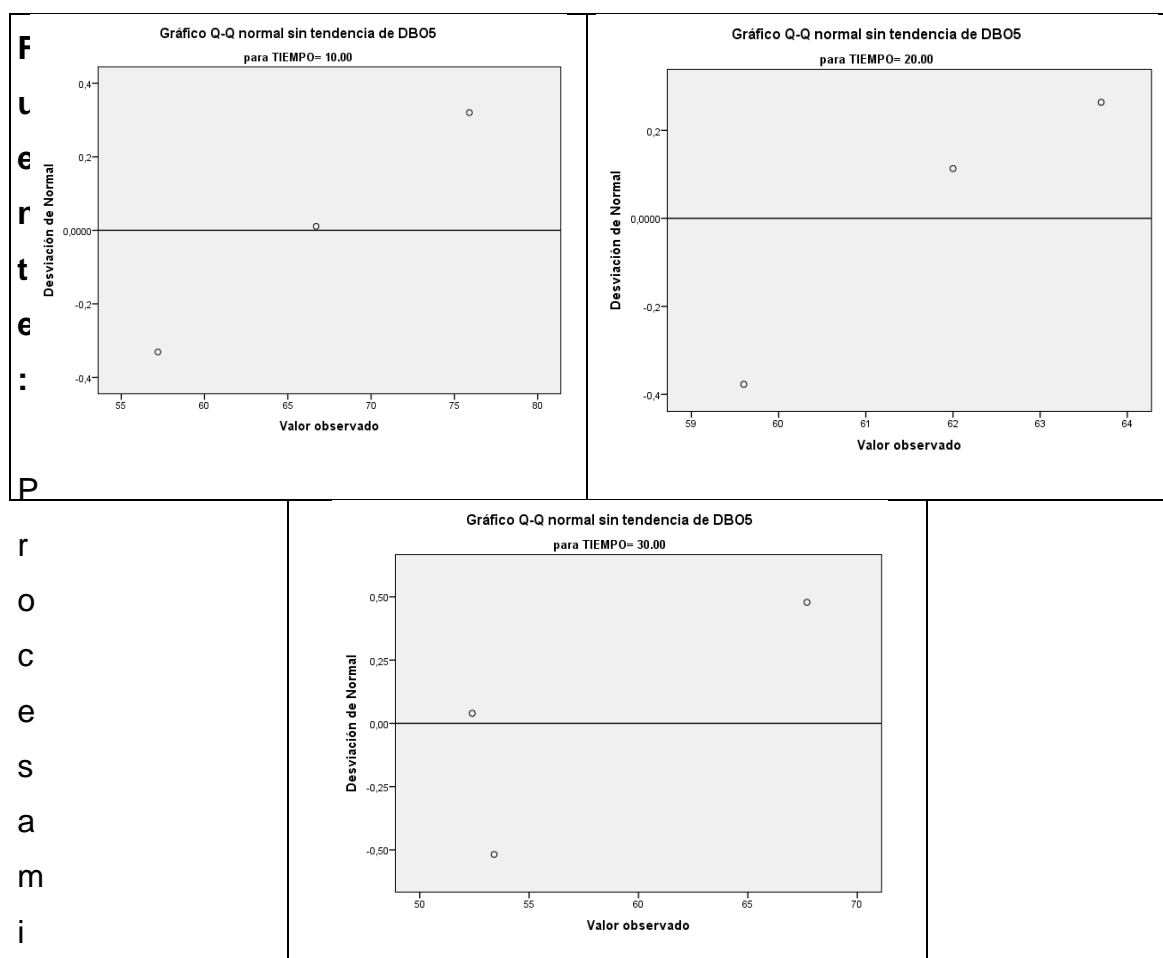
**Tabla 25.** Prueba de normalidad para del DBO5 para el tiempo.

Pruebas de normalidad							
	TIEMP	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	O	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DBO5	10,00	,176	3	.	1,000	3	,982
	20,00	,212	3	.	,990	3	,812
	30,00	,364	3	.	,799	3	,112
a. Corrección de significación de Lilliefors							

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

La figura 52, nos señala lo ajustado que se encuentra los datos a la distribución normal, La línea negra inclinada representa la distribución normal y los círculos la distribución de los datos de la muestra a tiempo 10, 20 y 30 minutos. Para decir que los datos se comportan conforme a la normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible). En este caso como el p-value es menor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces se no se rechaza  $H_0$ , los datos se ajustan a una distribución normal, se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

**Figura 52.** Gráfico de normalidad de DBO5 para el tiempo.



**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

### g) Para la Conductividad Eléctrica

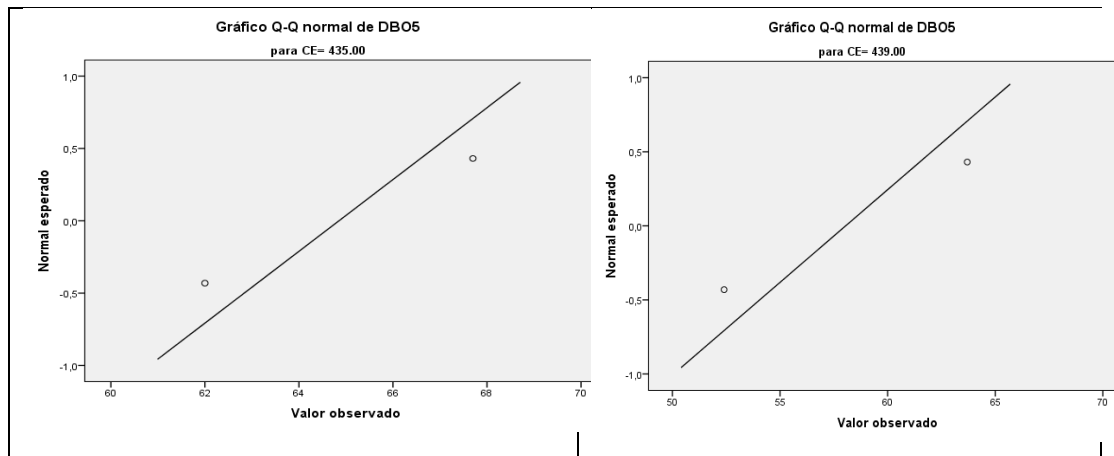
**Tabla 26.** Prueba de normalidad para del DBO5 para Conductividad Eléctrica.

Pruebas de normalidad <sup>a,c,d,e,f</sup>				
	CE	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>		
		Estadístico	gl	Sig.
DBO	435,00	,260	2	.
5	439,00	,260	2	.
a. DBO5 es constante cuando CE = 433,00. Se ha omitido.				
b. Corrección de significación de Lilliefors				
c. DBO5 es constante cuando CE = 436,00. Se ha omitido.				
d. DBO5 es constante cuando CE = 437,00. Se ha omitido.				
e. DBO5 es constante cuando CE = 440,00. Se ha omitido.				
f. DBO5 es constante cuando CE = 441,00. Se ha omitido.				

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

La figura 53, nos señala lo ajustado que se encuentra los datos a la distribución normal, La línea negra inclinada representa la distribución normal y los círculos la distribución de los datos de las muestras de CE 434 y 436  $\mu\text{S/cm}$ . Para decir que los datos se comportan conforme a la normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible). En este caso como el p-value es mayor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces se no rechaza  $H_0$ , los datos se ajustan a una distribución normal, se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

**Figura 53.** Gráfico de normalidad de DBO5 para CE 434 y 436  $\mu\text{S/cm}$ .



Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2017

#### h) Para la Turbidez

**Tabla 27.** Prueba de normalidad para del DBO5 para la turbidez.

Pruebas de normalidad <sup>a,b,c,d,e,f,g,h,i</sup>		
a.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 35,10.	Se ha omitido.
b.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 38,60.	Se ha omitido.
c.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 47,90.	Se ha omitido.
d.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 54,20.	Se ha omitido.
e.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 68,00.	Se ha omitido.
f.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 86,80.	Se ha omitido.
g.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 91,00.	Se ha omitido.
h.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 96,70.	Se ha omitido.
i.	DBO5 es constante cuando TURBIDEZ = 97,70.	Se ha omitido.

Fuente: Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2017

### En resumen para el DBO5

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue >  $\alpha=0.05$  no se rechaza  $H_0$

Si Pvalue <  $\alpha=0.05$  Se rechaza  $H_0$

De los resultados de significancia de los parámetros para DBO5 se obtiene lo siguiente:

**Tabla 28.** Resultados de significancia de los parámetros para DBO5 residuales utilizando electrodos de acero inoxidable y de Alpaca.

Parámetro	Unidad de medida	Sig.	Normalidad	Prueba
Voltaje	15,00	,465	Normal	T-student
	20,00	,640	Normal	T-student
	25,00	,381	Normal	T-student
Tiempo	10,00	,289	Normal	T-student
	20,00	,338	Normal	T-student
	30,00	,087	Normal	T-student
CE	436,00	,763	Normal	T-student
Turbidez	-	-		

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

Como el p-value en todos los parámetros es mayor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, entonces se puede concluir que los datos son **paramétricos**.



## DQO

### e) Para el Voltaje

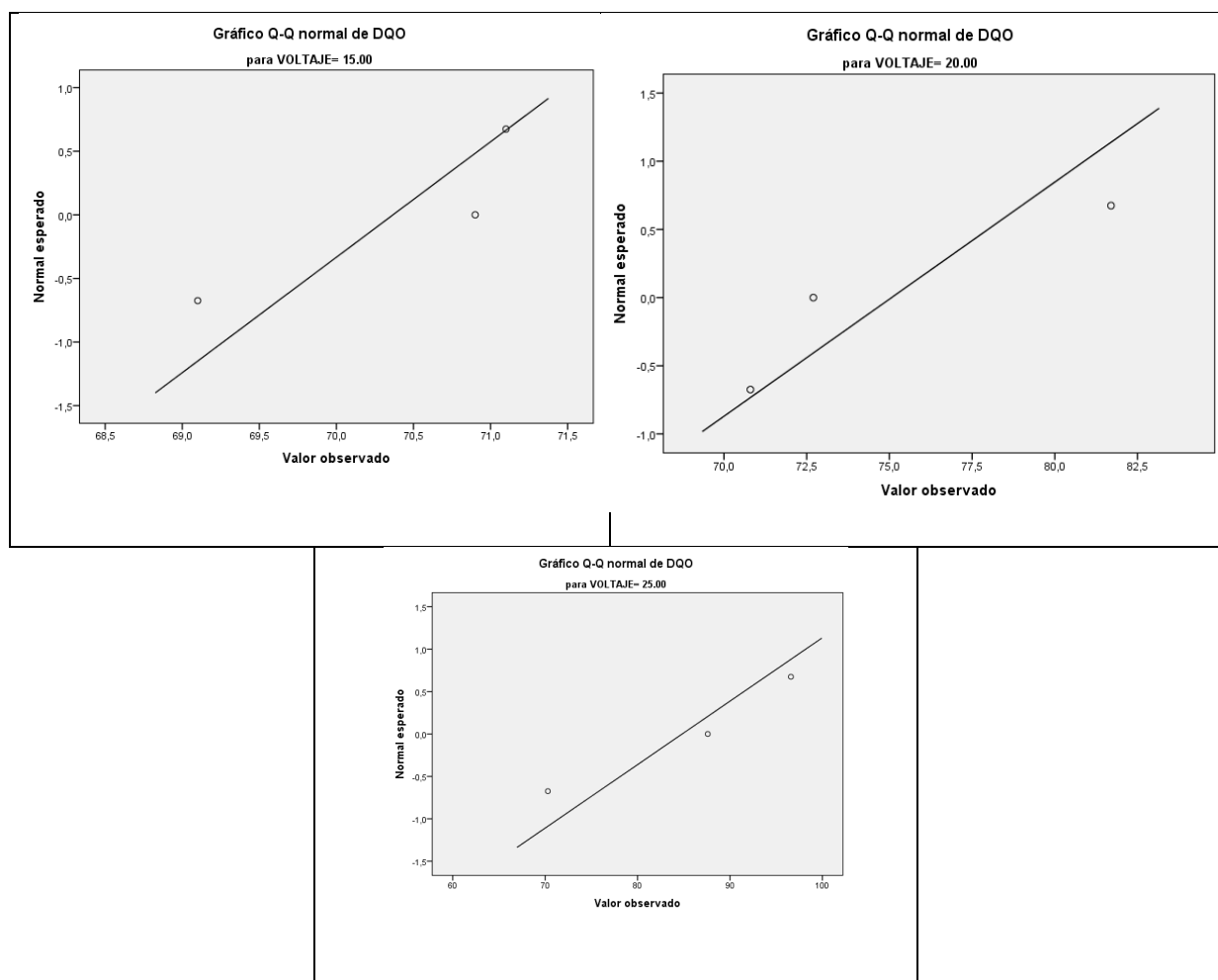
**Tabla 29.** Prueba de normalidad del DQO para el voltaje.

Pruebas de normalidad							
	VOLTAJE	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DQO	15,00	,353	3	.	,824	3	,174
	20,00	,324	3	.	,876	3	,313
	25,00	,249	3	.	,968	3	,656
a. Corrección de significación de Lilliefors							

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

La figura 54, nos señala lo ajustado que se encuentra los datos a la distribución normal, La línea negra inclinada representa la distribución normal y los círculos la distribución de los datos de la muestra a un voltaje de 15, 20 y 25 voltios. Para decir que los datos se comportan conforme a la normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible).en este caso como el p-value es menor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces se no rechaza  $H_0$ , los datos se ajustan a una distribución normal, se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

**Figura 54.** Gráfico de normalidad del DQO para el voltaje.



**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

**f) Para el Tiempo**

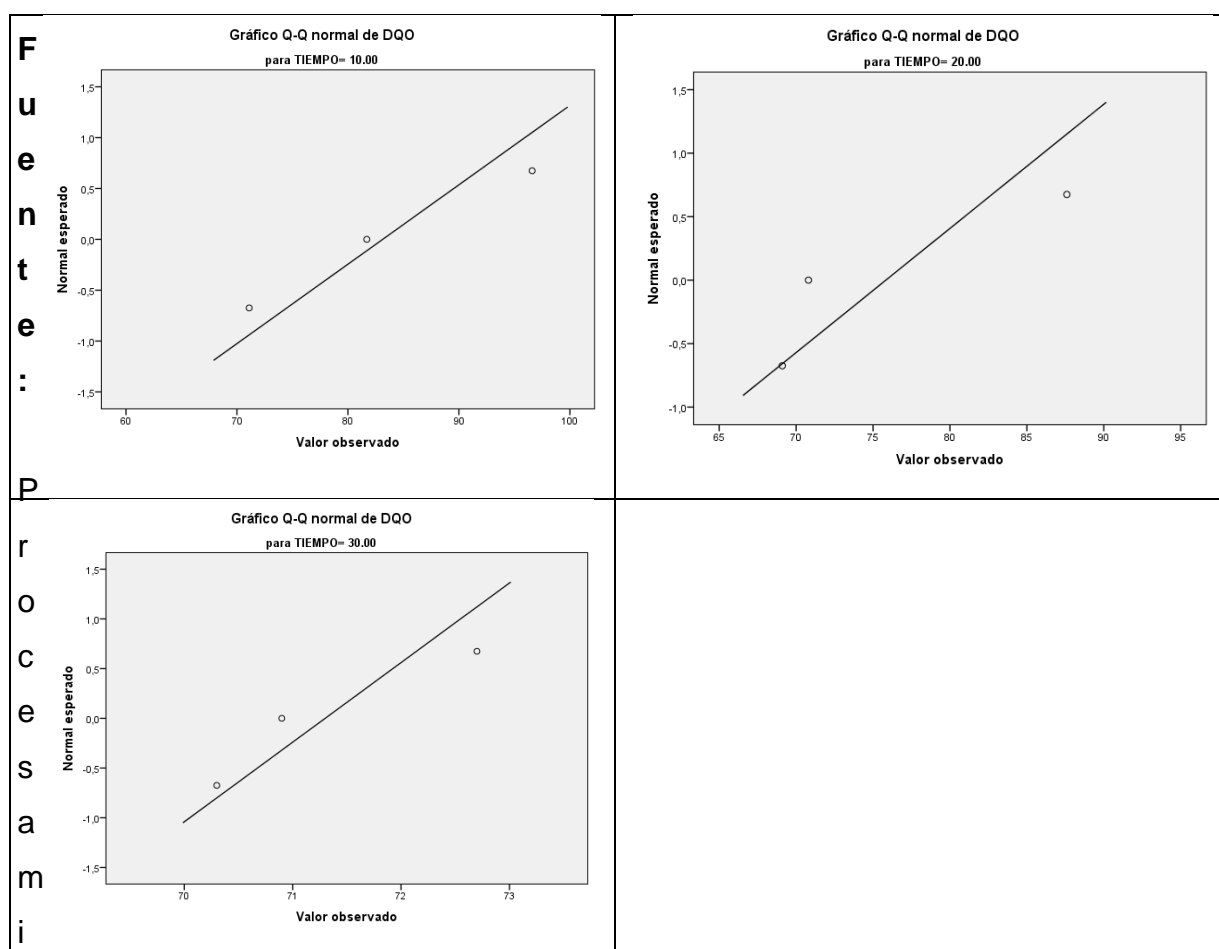
**Tabla 30.** Prueba de normalidad del DQO para el tiempo.

Pruebas de normalidad							
	TIEMPO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DQO	10,00	,211	3	.	,991	3	,815
	20,00	,355	3	.	,818	3	,159
	30,00	,292	3	.	,923	3	,463
a. Corrección de significación de Lilliefors							

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

La figura 55, nos señala lo ajustado que se encuentra los datos a la distribución normal, La línea negra inclinada representa la distribución normal y los círculos la distribución de los datos de la muestra a tiempo 10, 20 y 30 minutos. Para decir que los datos se comportan conforme a la normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible). En este caso como el p-value es menor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces se no se rechaza  $H_0$ , los datos se ajustan a una distribución normal, se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

**Figura 55.** Gráfico de normalidad del DQO para el tiempo.



**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

**g) Para la Conductividad Eléctrica**

**Tabla 31.** Prueba de normalidad del DQO para la Conductividad Eléctrica.

Pruebas de normalidad <sup>a,c,d,e,f</sup>				
	CE	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>		
		Estadístico	gl	Sig.
DQO	435,00	,260	2	.
	439,00	,260	2	.
a. DQO es constante cuando CE = 433,00. Se ha omitido.				
b. Corrección de significación de Lilliefors				
c. DQO es constante cuando CE = 436,00. Se ha omitido.				
d. DQO es constante cuando CE = 437,00. Se ha omitido.				
e. DQO es constante cuando CE = 440,00. Se ha omitido.				
f. DQO es constante cuando CE = 441,00. Se ha omitido.				

**Fuente:** Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2017

**h) Para la Turbidez**

**Tabla 32.** Resumen de procesamiento de normalidad del DQO para la turbidez.

Resumen de procesamiento de casos							
	TURBIDEZ	Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DQO	35,10	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%
	38,60	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%
	47,90	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%
	54,20	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%
	68,00	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%
	86,80	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%
	91,00	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%
	96,70	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%
	97,70	1	100,0%	0	0,0%	1	100,0%

**Fuente:** Procesamiento de datos en IBM SPSS Statistics v.24, 2017

**Tabla 33.** Prueba de normalidad del DQO para la turbidez.

Pruebas de normalidad <sup>a,b,c,d,e,f,g,h,i</sup>		
a.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 35,10.	Se ha omitido.
b.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 38,60.	Se ha omitido.
c.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 47,90.	Se ha omitido.
d.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 54,20.	Se ha omitido.
e.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 68,00.	Se ha omitido.
f.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 86,80.	Se ha omitido.
g.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 91,00.	Se ha omitido.
h.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 96,70.	Se ha omitido.
i.	DQO es constante cuando TURBIDEZ = 97,70.	Se ha omitido.

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

### **En resumen, para el DQO**

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si  $P\text{value} > \alpha=0.05$  no se rechaza  $H_0$

Si  $P\text{value} < \alpha=0.05$  Se rechaza  $H_0$

De los resultados de significancia de los parámetros se obtiene lo siguiente:

**Tabla 34.** Resultados de significancia de los parámetros para DQO utilizando electrodos de acero inoxidable y de Alpaca.

Parámetro	Unidad de medida	Sig.	Normalidad	Prueba
Voltaje	15,00	,174	Normal	T-student
	20,00	,313	Normal	T-student
	25,00	,656	Normal	T-student
Tiempo	10,00	,815	Normal	T-student
	20,00	,159	Normal	T-student
	30,00	,463	Normal	T-student
CE				
Turbidez				

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

Como el p-value es mayor que el nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, entonces se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

### **HOMOCEDASTICIDAD**

**Tabla 35.** Prueba de homogeneidad de varianza utilizando electrodos de acero inoxidable y de Alpaca.

<b>Prueba de homogeneidad de varianzas</b>				
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
TIEMPO	,000	2	6	1,000
CE	6,186	2	6	,035
TURBIDEZ	,006	2	6	,994
DBO5	,125	2	6	,885
DQO	4,185	2	6	,073

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

**Tabla 36.** Prueba de ANOVA comparación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales utilizando electrodos de acero inoxidable y de Alpaca.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIEMPO	Entre grupos	,000	2	,000	,000	1,000
	Dentro de grupos	600,000	6	100,000		
	Total	600,000	8			
CE	Entre grupos	20,222	2	10,111	1,625	,273
	Dentro de grupos	37,333	6	6,222		
	Total	57,556	8			
TURBIDEZ	Entre grupos	454,469	2	227,234	,292	,757
	Dentro de grupos	4673,193	6	778,866		
	Total	5127,662	8			
DBO5	Entre grupos	157,407	2	78,703	1,639	,270
	Dentro de grupos	288,153	6	48,026		
	Total	445,560	8			
DQO	Entre grupos	326,762	2	163,381	2,293	,182
	Dentro de grupos	427,560	6	71,260		
	Total	754,322	8			

**Fuente:** Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

## PRUEBA DE HIPÓTESIS

### Hipótesis general

H1: El uso de electronano NO reducirá significativamente la materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca -Oyón-2017

Ho: El uso de electronano reducirá significativamente la materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca -Oyón-2017

Para el contraste paramétrico de dos muestras independientes (porque se utilizaron dos tipos de electrodos para la obtención de nanoburbujas) se utiliza la **prueba t de Student**.

**Tabla 37.** Prueba t- Student comparación de los tipos de electrodos y la materia orgánica (DBO5, DQO)

Estadísticas de grupo					
	ELECTRODO	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
DBO5	INOX-A	9	62,0667	7,46291	2,48764
	INOX-L	9	56,0778	11,07799	3,69266
DQO	INOX-A	9	76,7556	9,71032	3,23677
	INOX-L	9	76,5222	9,30682	3,10227

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

**Tabla 38.** Prueba de Levene de igualdad de varianzas la significancia de DBO5 y DQO.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
DBO5	Se asumen varianzas iguales	1,061	,318	1,345	16	,197	5,98889	4,45243	-3,44983	15,42761
	No se asumen varianzas iguales			1,345	14,021	,200	5,98889	4,45243	-3,55927	15,53704
DQO	Se asumen varianzas iguales	,096	,760	,052	16	,959	,23333	4,48339	-9,27103	9,73770
	No se asumen varianzas iguales			,052	15,971	,959	,23333	4,48339	-9,27242	9,73909

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2017*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue >  $\alpha=0.05$  se acepta la hipótesis de igualdad de varianzas.

Si Pvalue <  $\alpha=0.05$  Se rechaza la hipótesis de igualdad de varianzas



Según la prueba de Levene de igualdad de varianzas la significancia de DBO5 y DQO es MAYOR QUE 0.05, se acepta la hipótesis de igualdad de varianzas.

Tomando el criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si significacion bilateral  $> \alpha=0.05$  se acepta la  $H_0$

Si significacion bilateral  $< \alpha=0.05$  Se rechaza  $H_0$

La significación bilateral de DBO5 (0.197) y de DQO (0.959) son MAYORES QUE 0.05.

Entonces se acepta la hipótesis nula, es decir:

$H_0$ : El uso de electronano reducirá significativamente la materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca - Oyón-2017.

#### IV. DISCUSIÓN

En el presente estudio se ha podido evidenciar, una eficiencia de disminución de  $\text{DBO}_5$  de 68.58 % y DQO 60.76% utilizando los electrodos Acero Inoxidable – Alpaca y usando los electrodos de Acero Inoxidable – Latón, se observa una remoción de  $\text{DBO}_5$  de 63.87% y DQO de 60.76%, mientras Salguero, J y Valverde, J (2017), en su investigación redujo el DQO de las muestras de agua de la cuenca inferior del rio Chillón por medio de Micro Nanoburbujas de aire y ozono, logrando una eficiencia de disminución de 69,36% en 15 minutos con Micro Nanoburbujas de ozono de 53 mg/L y con Micro Nanoburbujas de o aire se obtuvo 57 mg/L.

En el presente estudio se ha podido evidenciar una eficiencia de disminución de  $\text{DBO}_5$  68.58 % en el voltaje 20 Y DQO con un valor de 60.8% en el voltaje 30, mientras Farfan, M. (2015), en su tesis titulado Evaluación de la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales domesticas para el riego de áreas verdes en el sistema de lodos activados de la planta piloto de la FIARNUNAC obtuvieron una reducción de DBO a 170 min con 82%de eficiencia, para la DQO se presentó a 120 min con 49,09%,

Las medidas del diámetro de burbuja obtenidas en la investigación fueron de 0.806 micras y 1.01 micras, Mientras que, en la investigación de Valdiviezo, L, (et al) (2012), se identificó el diámetro mediante el método de análisis de imágenes 82 micras a 92 micras de diámetro y mediante la técnica de difracción de láser se identificó el diámetro de burbuja de 40 micras hasta 58 micras.

## V. CONCLUSION

- El tratamiento con electromicronano utilizando los electrodos Acero Inoxidable – Latón, representa mayor porcentaje de reducción de materia orgánica, en la demanda bioquímica de oxígeno con un valor de 68.58 % y demanda química de oxígeno (60.76%), usando los electrodos de Acero Inoxidable – Latón, se observa una remoción de demanda bioquímica de oxígeno (63.87%), y demanda química de oxígeno (60.76%),
- El tratamiento mediante uso de electromicronano con electrodos de Acero Inoxidable - Latón, logro reducir los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domésticas, presenta mayor eficiencia de reducción en los parámetros de turbiedad (71.28%), demanda bioquímica de oxígeno (68.58%), y demanda química de oxígeno (60.76%), en el caso del pH se encuentra en un rango neutro.
- El tratamiento mediante uso de electromicronano con electrodos de Acero Inoxidable –Alpaca, logro reducir los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domésticas, presenta mayor eficiencia de reducción en los parámetros de turbiedad (73.40%), demanda bioquímica de oxígeno (63.7%), y demanda química de oxígeno (60.87%), en el caso del pH se encuentra en un rango neutro.
- El agua residual domestico luego de ser tratado con electromicronano utilizando los electrodos de Acero Inoxidable - Latón como el de Acero Inoxidable - Alpaca, cumplen con los parámetros de  $\text{DBO}_5$  (100 mg/L) y DQO (200 mg/L) exigidos por la legislación peruana para planta de tratamiento de aguas residuales.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- En la réplica de esta investigación se sugiere construir un equipo con mayor dimensión, que tenga una capacidad de manejar un volumen de muestra mayor.
- En las investigaciones replicadas se pueden modificar los tipos de electrodos utilizados ya que para la presente investigación solo se utilizaron electrodos de Latón, Alpaca y Acero inoxidable para generar Micro-nanoburbujas.
- Para determinar el tamaño de las burbujas se recomienda utilizar un microscopio con mayor resolución o utilizar otro método de análisis de burbujas finas.
- Para lograr mayor eficiencia en la reducción de materia orgánica (DQO, DBO) se recomienda realizar un tratamiento con mayor tiempo ya se en 40 minutos ,60 minutos usando electromicronano.

## VII. REFERENCIAS

ACHAOUI, Younes, METWALLY, Khaled, FOUAN, Damien HAMMADI, Zoubida. Generador de microburbujas sintonizable mediante electrolisis y el ultrasonido [en línea]. Enero de 2017. [fecha de consulta:12 junio 2017].

Disponible en: <https://aip.scitation.org/doi/full/10.1063/1.4973720>

ARANGO Luiz Alvaro. La electrocoagulación: una alternativa para el tratamiento de aguas residuales [en línea] Colombia: Lasallista de investigacion,2005 [fecha de consulta:14 de mayo].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/695/69520109.pdf>

ISSN 17944449

BARRERA Díaz, Eduardo. Aplicaciones electroquímicas al tratamiento de aguas residuales [en línea] Barcelona, España: Reverté,2014 [fecha de consulta: 10 de mayo 2017].Disponibilidad en:

[http://www.siea.uaemex.mx/siestudiosa/FrmEditorial/2014/L\\_513\\_6.pdf](http://www.siea.uaemex.mx/siestudiosa/FrmEditorial/2014/L_513_6.pdf)

ISBN 9788429179187

CHIEH, Tsai, KUMAR, Mathava, CHEN, Shen-Yi y LIN,Jih-Gaw. La tecnología de flotación nano-burbujas como proceso de coagulación del tratamiento rentable de químico mecánico. *Separación y Purificación Tecnología* [en línea]. 2007, n.º 55. [fecha de consulta:10 mayo 2017].

Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586607003140>.

CRUZ, R y VALVERDE, J (2017), Reducción de coliformes presente en aguas residuales domésticos con Micro-Nanoburbujas de Aire-Ozono en la ciudad Carhuaz nanoj Diario de Nanotecnología. 2017,nº1[fecha de consulta: 1 de diciembre 2017]

ISSN 25226908

DELGADILLO, Oscar, CAMACHO, Alan, PÉREZ, Luis, ANDRADE, Mauricio. Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales [en línea] Cochabamba, Bolivia: Centro Andino para la gestión y uso del agua., 2010. [fecha de consulta: 6 de mayo 2017].Disponibilidad en: [http://www.centro-agua.umss.edu.bo/wp-content/uploads/2011/12/2010\\_delgadilloyotros\\_depuracion%20de%20aguas%20residuales%20por%20medio%20de%20humedales%20artificiales\\_finalc.pdf](http://www.centro-agua.umss.edu.bo/wp-content/uploads/2011/12/2010_delgadilloyotros_depuracion%20de%20aguas%20residuales%20por%20medio%20de%20humedales%20artificiales_finalc.pdf)  
ISBN 9789995476625

DRIK, L. Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicio de saneamiento. [en línea]. Setiembre de 2015. [fecha de consulta: 19 junio 2017].

FARFAN, Mirian. Evaluación de la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales domesticas para el riego de áreas verdes en el sistema de lodos activados de la planta piloto de la FIARNUNAC. Tesis (Título profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales). Lima, Perú: Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales, 2015, 89pp.

HUNG, Isaac. Ultrafinas ozonización burbuja-mejorada para el tratamiento de agua. Tesis (Maestría en Ciencia). Arizona: Universidad de Arizona, Facultad de Agricultura y Biosistemas, 2016, 67pp.

KIKUCHI, Kenji, LOKA, Aoi OKU, Takeo, TANAKA, Yoshimori, SAIHARA, Yasuhiro, OGUMI, Zempachi. Determinación de la concentración de nanoburbujas oxígeno en el agua electrolizada [en línea]. Noviembre de 2009, n.º 329. [fecha de consulta:2 mayo 2017].  
Disponible en: <http://europepmc.org/abstract/med/18977493>

LODICO, Jared, WHITE E.R, CARLSON Gavin, PARKS, Bradley . Nanoburbujas en electrodos transparentes [en línea]. Octubre de 2014. [fecha de consulta: 8 de setiembre 2017].

MARTINEZ Navarro Fabiola. Tratamiento de aguas residuales industriales mediante electrocoagulación [en línea] Cuenca: Universidad de Castilla-La Mancha ,2008 [fecha de consulta:14 de mayo].

Disponible en:  
<https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/984/251Tratamientodeaguasresidualesindustriales.pdf?sequence=1>  
ISBN 9788484276067

NOYOLA, Adalberto, MORGAN, Juan, PATRICIA Leonor. Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales [línea] México: Instituto de Ingeniería ,2013 [fecha de consulta:14 de mayo]. Disponibilidad en: <https://www.globalmethane.org/documents/Seleccion-de-Tecnologias-para-el-Tratamiento-de-Aguas-Residuales-Municipales.pdf>  
ISBN 9786070248221.

RAMALHO, Rubens. Tratamiento de aguas residuales [línea] London: Recerté,S.A.,1996 [Fecha de consulta :20 mayo 2017].Disponibilidad en: [https://books.google.com.pe/books?id=30etGjzPXyWC&printsec=frontcover&dq=\(Ramalho,+1996+aguas+residuales&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwifLk51vXUAhVFRyYKHxt1CO8Q6AEITAA#v=onepage&q=\(Ramalho%2C%201996%20aguas%20residuales&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=30etGjzPXyWC&printsec=frontcover&dq=(Ramalho,+1996+aguas+residuales&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwifLk51vXUAhVFRyYKHxt1CO8Q6AEITAA#v=onepage&q=(Ramalho%2C%201996%20aguas%20residuales&f=false)  
ISBN 8429179755

ROMERO, J. (2004). Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño. Editorial: Escuela Colombiana de Ingeniería. 4ª edición. Pág. 1248. 98 Bogotá, Colombia.  
ISBN: 9588060133

SALGUERO, J y VALVERDE, J (2017), La reducción de demanda química de oxígeno de las muestras de agua de la cuenca inferior del Río Chillón por medio de Micro Nanoburbujas de aire ozono, Ventanilla –Callao.nanoj Diario de Nanotecnología. 2017,nº1[fecha de consulta: 1 de diciembre 2017]  
ISSN 25226908

SHANGJIONG, Yang, PEICHUN, Tsai, STEFAN , Kooi, Prosperetti Andrea, ZANDVLIET, Harold, LOHSE, Detlef. Nanoburbujas electrolíticamente Generado en pirolítico altamente orientado [en línea]. Octubre de 2008. [fecha de consulta: 2 junio 2017].

TATEK, Temesgen, THI, Thuy Bui, MOOYOUNG, Han, TSCHUNG, Il Kim HYUNJU Park. Micro y tecnologías nanobubble como un nuevo horizonte para las técnicas de tratamiento de aguas [en línea]. Marzo de 2017. [fecha de consulta: 2 julio 2017].

TSUGE, Hedeki. Micro and Nanobubbles. USA: Pan Stanford Publishing, 2014 ,337 pp. ISBN 9789814463119

VALDIVIEZO, Lorgio, MACEDO, Diego, BEZERRA .Medición y análisis de microburbujas producidas en electroflotación [en línea]. Agosto de 2012. [fecha de consulta: 8 de junio 2017].

YUWEN, Liu, MARTIN, Edwards, SEAN, German, QIANJIN, Chen, HENRY White. El estado de equilibrio dinámico de una nano burbuja generada electroquímicamente [en línea]. Enero de 2017. [fecha de consulta: 2 setiembre 2017].



## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES VARIABLE INDEPENDIENTE: USO DE ELECTRONANO									
Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis principal		Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	DISEÑO METOLOGICO			
¿En qué medida el uso de Electromicronano reducirá la materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca -Oyón-2017?	Evaluar el uso de Electromicronano para la reducción de materia orgánica presenta en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca -Oyón-2017	<b>Ho:</b> El uso de electromicronano reducirá significativamente la materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca -Oyón-2017.  <b>H1:</b> El uso de electromicronano NO reducirá significativamente la materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca -Oyón-2017.	USO DE ELECTRONANO	<b>Electroquímica:</b>  Es una técnica de tratamiento de aguas mediante el uso de un equipo electroquímico se genera burbujas muy finas, que mejorando el rendimiento de la flotación de las partículas contaminantes presentes en el agua.	El uso de Micro-nanoburbujas será medido mediante sus características.	Condiciones de operación del equipo	Tipos de electrodos	Ánodo: Acero Inoxidable  Cátodo: -Latón -Alpaca	VARIABLE DEPENDIENTE Reducción de materia orgánica presente en aguas residuales			
							Distancia de electrodos	cm	VARIABLE INDEPENDIENTE E Uso de Electromicronano TIPO DE INVESTIGACIÓN			
							Voltaje	V				
							Tiempo de tratamiento	min				
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas							Características de las Micro-nanoburbujas	Diámetro	um	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN  • Pre-experimental
										Cantidad de burbuja por gota	Número de burbujas	
¿Cuál es la variación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domesticas después del uso de Electromicronano con electrodos de acero inoxidable y latón?	Determinar la variación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domesticas después del uso de Electromicronano con electrodos de acero inoxidable y latón	Los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domesticas reducirá mediante el uso de Electromicronano con electrodos de acero inoxidable y latón.				REDUCCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN AGUAS RESIDUALES.	Es la disminución de materia orgánica de las aguas residuales que ingresan a la planta de tratamiento Tatahuaca a partir de un tratamiento en específico.	La reducción de materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca será medida mediante parámetros químicos y físicos	VARIABLE DEPENDIENTE: REDUCCION DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN AGUAS RESIDUALES.			
¿Cuál es la variación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domesticas después del uso de Electromicronano con electrodos de acero inoxidable y alpaca?	Determinar la variación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domesticas después del uso de Electromicronano con electrodos de acero inoxidable y alpaca	Los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domesticas reducirá mediante el uso de Electromicronano con electrodos de acero inoxidable y alpaca.	Parámetros Fisicoquímicos	Dimensiones	Indicadores				Unidad			
					Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)				mg/L			
	Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L										
	pH	Unidad de pH										
	Temperatura	°C										
	Conductividad	µS/cm										
¿El DBO5 y DQO de las aguas residuales domesticas tratadas con Electromicronano se encuentran dentro de los Límites Maximos Permisibles	Comparar los resultados de DBO5 y DQO de las aguas residuales domesticas tratadas usando Electromicronano con los Límites Máximos Permisibles	El DBO5 y DQO de las aguas de las aguas residuales domesticas tratadas con el uso de Electromicronano cumplirá con los Límites Máximos Permisibles.				Turbiedad	UTN					


## Anexo 2. Instrumentos de medición

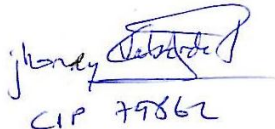
### Anexo 2.1. Registro de colecta de muestra

REGISTRO DE COLECTA DE MUESTRA			
Nombre de la EPS/Municipio:			
Nombre de la PTAR:			
Responsable de la PTAR:			
Correo:		Telefono:	
<u>Ubicación de la PTAR:</u>			
Distrito:	Provincia:	Departamento:	
Localidad:			
<u>Identificación del punto de monitoreo:</u>			
Codigo del punto de Monitoreo:			
Número de muestra :			
<u>Coordenada U.T.M (WGS84)</u>			
Norte:		Este:	
Zona:			
Altitud:			
<u>Caudal de Operación:</u>		<u>Metodo de medicion:</u>	
Nombre del responsable de la toma de muestra:			
Cargo:			
Fecha :		Hora :	
<u>Motivo:</u>			
<u>Observacion del agua residual :</u>			

Fuente: Elaboración propia, 2017

  
ELMER GONZALES BENITES ALVARO  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP N° 71999

  
Jhonny  
CIP N° 145791

  
Jhonny  
CIP 79862

## Anexo 2.2. Registro de cadena de custodia

[illegible]

Fuente: Ficha adaptada del protocolo de monitoreo D.S 003-2010 Ministerio de Vivienda

  
ELMER GONZALES BENITES ALFARO  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP N° 71899


Chita LeBell Tran  
CID # 145791

Joany Valverde  
CIV 79862

### Anexo 2.3. Registro de tratamiento con Electromicronano

[illegible]

Fuente: Elaboración propia, 2017

  
ELMER GONZALES BENITES ALFARO  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP N° 71998

Rita L. L. L. L. L.  
DNI 0894736  
CIP N° 145791

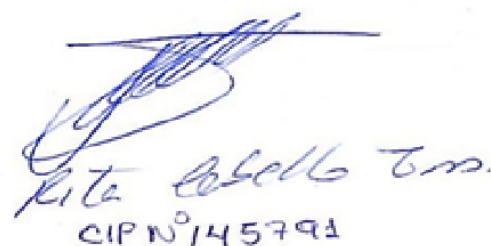
Johnny ~~Calder~~  
CIR 79862

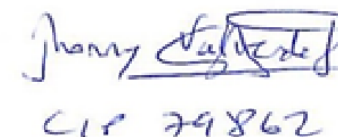
#### Anexo 2.4. Registro de Resultados del tratamiento con electromicronano

REGISTRO DE RESULTADOS DEL TRATAMIENTO CON ELECTROMICRONANO			
Parámetro	Valor inicial	Valor final	Comparación
Conductividad Us/cm			
pH, unidad			
Temperatura , °C			
Turbidez NTU			
DBO5, mg/L			
DQO mg/L			

Fuente: Elaboración propia, 2017

  
 ELMER GONZALES BENITES ALFARO  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. CIP N° 71998

  
 Rita Celis  
 CIP N° 145791

  
 CIP 79862



## Anexo 3. Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro, Elmer  
 1.2. Cargo e institución donde labora: UCV - Docente Investigador - Metodólogo  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Regento de calidad de Maestría  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sanjivan, Karla Espinoza fernandez

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95 %

Lima..... 13/06..... del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

JUZALES BENITES ALFARO

INGENIERO QUÍMICO

DNI No..... Reg. CIP N° 7195 Telf.....

## VALIDACION DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Johnny Wilfredo Valverde Flores  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DIC - UCV - Sng Ambiental  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registros de recolección de muestra  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Simppa, Maria Espinoza, Fernandez

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 19 de Jun del 2017

Monse A. A. A.

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

18120253 94958592  
 DNI No. Telf.

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Cabello Torres Rita  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DIC - UCV - Sma Ambiental  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: REGISTRO DE COLECCIÓN DE MUESTRAS  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Jeniffer Mena Esquivela Fernandez

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X
—

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima 19 de Junio del 2017

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 08947796 Telf. ....



#### Anexo 4: Parámetros

PARAMETROS	ESTÁNDAR METHODS APHA	METODOS DE ENSAYO	EQUIPOS	UNIDADES
Demanda bioquímica del oxígeno (DBO5)	Estándar 5210 B	<b>DBO<sub>5</sub> (5 Días),</b> 20 °C	Incubadora	mg/ L
Demanda bioquímica del oxígeno (DQO)	5220 D.	colorimétrico	colorímetro	mg/ L

Fuente: APHA, AWWA WPCF (Standard Methods) for the examination of wáter an  
wastewater

**Anexo 5: Límite Máximo Permisible de para los efluentes de PTAR**

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Ds\_003-2010 LMP para los efluentes de Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticos o municipales.

## Anexo 6. Cálculos matemáticos del diseño del equipo electromicronano

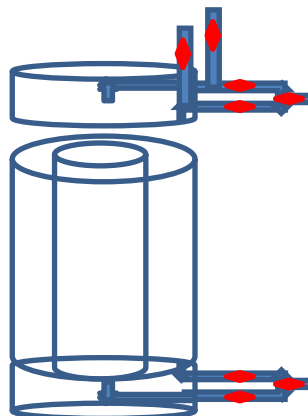
### Formulas:

$$V = A_o \times H$$

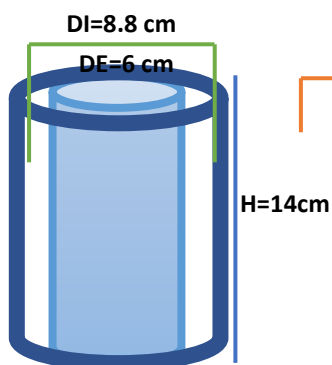
$$V = \pi r^2 \times H$$

$$V = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times H$$

$$V = \pi \frac{D^2}{4} \times H$$



**Cálculos matemáticos del diseño:** Se calcula a continuación el volumen de la celda electrolítica (VCE).



$$V1 = 3.14 \times \frac{8.8^2}{4} \times 14$$

$$V1 = 3.14 \times 19.36 \times 14$$

$$V1 = 851.065 \text{ cm}^3$$

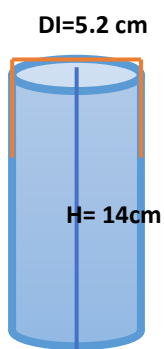
$$V2 = 3.14 \times \frac{6^2}{4} \times 14$$

$$V2 = 3.14 \times 6.76 \times 14$$

$$V2 = 395.64 \text{ cm}^3$$

$$VA = 851.065 - 395.64$$

$$VA = 455.42 \text{ cm}^3$$



$$VB = 3.14 \times \frac{5.2^2}{4} \times 14$$

$$VB = 3.14 \times 6.76 \times 14$$

$$VB = 297.16 \text{ cm}^3$$

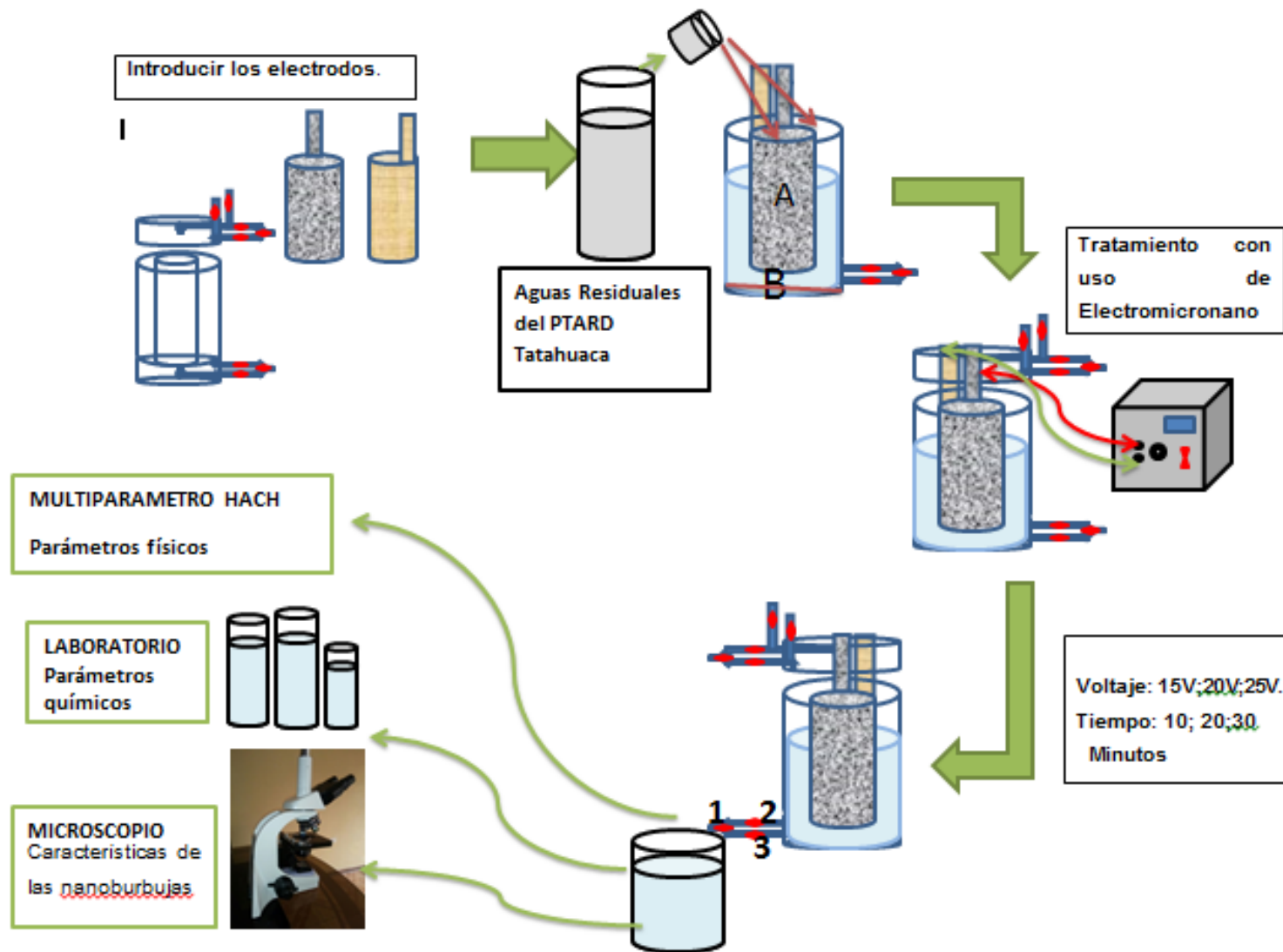
$$VCE = VA + VB$$

$$VCE = 455.42 + 297.16$$

$$VCE = 752.58 \text{ cm}^3$$

$$VCE = 0.752 \text{ Litros}$$

## Anexo 7. Diagrama de tratamiento con Electromicronano.



**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado

Registro N° LE - 047

## INFORME DE ENSAYO N° 115765-2017 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNANDEZ  
**DOMICILIO LEGAL** : EL AGUSTINO  
**SOLICITADO POR** : JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNANDEZ  
**REFERENCIA** : PLANTA DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS  
**PROCEDENCIA** : OYÓN  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2017-10-03  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2017-10-03  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SM 5210 B. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00 <sup>(a)</sup>	mg/L
Demanda Química de oxígeno (DQO)	SM 5220 D. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.	10.0	O <sub>2</sub> mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Expresado como límite de detección del método.

### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua residual doméstica	
Matriz analizada	Agua residual	
Fecha de muestreo	2017-10-03	
Hora de inicio de muestreo (h)	09:50	
Condiciones de la muestra	Refrigerada / preservada	
Código del Cliente	ARD1	
Código del Laboratorio	1710251	
Ensayos	Unidades	Resultados
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	144.5
Demanda Química de oxígeno (DQO)	O <sub>2</sub> mg/L	179.7

Lima, 17 de Octubre del 2017

Quim. Belbául Y. Rajardo León  
C.Q.P. N° 648  
Asesor Técnico Químico

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod.: FI 02/Version: 07/FE:10/2017

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

SM: SMEWW - APHA - AWWA - WEF 22nd. Edition 2012. EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.

• Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com.

Página 1 de 1

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

### INFORME DE ENSAYO N° 000013043

CLIENTE: JENIFFER MARÍA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDOCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-1  
CÓDIGO TYPSA: 000011197  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 10:45:00 a.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	6.95	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	19.3	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	51.1	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	90.2	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

# INFORME DE ENSAYO N° 000013044

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDOCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-2  
CÓDIGO TYPSA: 000011198  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 12:25:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.19	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	19.7	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	79.8	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	95.1	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)



**INFORME DE ENSAYO N° 000013045**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDORCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-3  
CÓDIGO TYPSA: 000011199  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 01:45:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	6.90	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	20.1	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	58.3	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	70.5	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)



**INFORME DE ENSAYO N° 000013046**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDOCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-4  
CÓDIGO TYPSA: 000011200  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 11:30:00 a.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.01	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	19.4	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	65.1	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	71.5	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

**INFORME DE ENSAYO N° 000013047**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDOCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-5  
CÓDIGO TYPSA: 000011201  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 02:40:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.38	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	20.4	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	52.0	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	71.5	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

### INFORME DE ENSAYO N° 000013048

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDORCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-6  
CÓDIGO TYPSA: 000011202  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 03:50:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.00	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	20.8	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	45.4	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	70.9	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

**INFORME DE ENSAYO N° 000013049**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDOCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-7  
CÓDIGO TYPSA: 000011203  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 04:20:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.04	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	20.8	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	48.4	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	72.8	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopie  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

**INFORME DE ENSAYO N° 000013050**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDOCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-8  
CÓDIGO TYPSA: 000011204  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 05:15:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.00	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	20.6	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	45.6	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	71.5	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

**INFORME DE ENSAYO N° 000013051**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDOCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-9  
CÓDIGO TYPSA: 000011205  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 06:25:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.08	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	20.8	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	59.0	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	74.7	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)



**INFORME DE ENSAYO N° 000013052**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDORCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-10  
CÓDIGO TYPSA: 000011206  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 06:55:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.14	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	20.4	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	57.2	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	71.1	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

**INFORME DE ENSAYO N° 000013053**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDORCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-11  
CÓDIGO TYPSA: 000011207  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 07:40:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.00	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	20.5	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	63.7	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	69.1	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)



**INFORME DE ENSAYO N° 000013054**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDORCANQUI, UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-12  
CÓDIGO TYPSA: 000011208  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 09:00:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.10	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	20.5	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	52.4	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	70.9	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

# INFORME DE ENSAYO N° 000013055

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDORCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-13  
CÓDIGO TYPSA: 000011209  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 08:40:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.25	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	20.4	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	67.7	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	72.7	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

**INFORME DE ENSAYO N° 000013056**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDORCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-14  
CÓDIGO TYPSA: 000011210  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 09:35:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.12	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	20.2	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	59.6	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	70.8	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

**INFORME DE ENSAYO N° 000013057**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDORCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-15  
CÓDIGO TYPSA: 000011211  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 10:00:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.13	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	20.2	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	75.9	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	81.7	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

**INFORME DE ENSAYO N° 000013058**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDORCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-16  
CÓDIGO TYPSA: 000011212  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 10:10:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.08	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	19.8	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	53.4	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	70.3	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

**INFORME DE ENSAYO N° 000013059**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDORCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-17  
CÓDIGO TYPSA: 000011213  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 10:30:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.10	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	19.8	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	62.0	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	87.6	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2

Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)



**INFORME DE ENSAYO N° 000013060**

CLIENTE: JENIFFER MARIA ESPINOZA FERNÁNDEZ  
DOMICILIO LEGAL: AV. CONDORCANQUI. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ( LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: ARDT-18  
CÓDIGO TYPSA: 000011214  
MATRIZ: Agua residual. Doméstica  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1,100 L de Muestra (Agua Residual Doméstica).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 04/11/2017 11:00:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/11/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/11/2017 - 10/11/2017

RESULTADOS ANALÍTICOS IN SITU					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*pH "in situ"	ud. pH	7.04	Datos facilitados por el cliente		
*Temperatura del agua "in situ"	°C	19.8	Datos facilitados por el cliente		

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	66.4	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test	0.6
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	96.6	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method	2.2


Callao, 10 de noviembre de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Jhonny Walpura Valverde Flores, docente de la Facultad de INGENIERÍA y Escuela Profesional de ING. AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo - LN revisor (a) de la tesis titulada: "Uso de Electromicronano para la reducción de materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de Tratamiento Totobuena - Oyón - 2017", constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 12 de julio 2018

Jhonny Valverde P

Firma Docente

DNI: 18120253

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Uso de electromicronano para la reducción de materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento Tatahuaca-Oyón-2017

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

Jeniffer Marie Espinoza Fernandez

ASESOR:

Dr. Ing. Jhonny Wilfredo Valverde Flores

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

LIMA-PERÚ

2017- II



Resumen de coincidencias



15 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	<a href="#">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	7 %	>
2	<a href="#">Entregado a Universida...</a> Trabajo del estudiante	4 %	>
3	<a href="#">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	1 %	>
4	<a href="#">bibdigital.epn.edu.ec</a> Fuente de Internet	1 %	>
5	<a href="#">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1 %	>
6	<a href="#">García, . "Outlet works", ...</a> Publicación	<1 %	>



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA:

Visto bueno para  
la publicación de  
Tesis

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Jennifer Maria Espinoza Fuenmayor con DNI N° 76361504 domiciliado (a) en  
ASOC. Rta. Primavera IZ F. LT. 27

ante Ud. Con el debido respeto, expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la promoción 2017-II del programa ...INGENIERÍA  
AMBIENTAL... Identificado con el código de matrícula N° 6500027221 de la Escuela de  
Ingeniería Ambiental, recorro a su honorable despacho para solicitar lo siguiente:

Visto bueno para la publicación de tesis

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de  
justicia.


  
Dr. Berio  
Jorge Berio Fuenmayor





Lima, 13 de julio de 2018



	<b>ACTA DE AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN DE TESIS</b>	Código : FO6-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo Smiffet Maria Espinoza Fernandez Identificado con DNI N° 76361504  
 Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la  
 Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública  
 de mi trabajo de investigación titulado

"  
Uso de Electromicroondas para la reducción  
de materia orgánica presente en las aguas residuales  
de la planta de Tratamiento Tatabuaca - Ayacucho - 2017"  
 ....."; en el Repositorio institucional de la UCV  
 (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre  
 Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
 .....  
 .....  
 .....

  
 FIRMA  
 DNI: 76361504

FECH 13 DE julio DEL 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------